



Disseny, Previsió, Fabricació i Implantació de la figura del Centenari de la Cambra de Comerç de Manresa



MEMÒRIA

Autor: Joan Garcia Pubill

Centre: Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa

Estudis: Grau en Enginyeria electrònica i automàtica industrial

NºIdentificatiu: 39391447

Director TFG: Joan Casals Artigas

Departament: Expressió Gràfica

Convocatòria: Setembre 2013

The Wing

Since immemorial times man has had the need to sculpt. In the beginning he used the simplest materials they had at their disposal, such as stone, clay or wood, developing primitive representations of art such as hunting or fertility. Us, as humans, still have this need, but as modern people, we have other ways to "sculpt".

After the inauguration of the CTM (Manresa Technology Centre) and the recent celebration from the centenary of the Manresa's Commerce Chamber, born a request that satisfies this primitive need that is mentioning. It was a sculpture. And not an ordinary sculpture, a work full of meaning and symbols, which stand out above all the buildings that are found next to it.

The sculpture, designed by Josep Barrés (local artist), wing-shaped, raised 12 meters weighing two tons and would be guarding the main roundabout of the new Technology Park Avenue of Manresa.

This project includes all aspects that reflects any work of this peculiarities.

- *Design*: Striving to be faithful to the drawings of the artist.
- *Projection*: Drawing it with CAD software.
- *Estimates*: Realize relevant calculations to ensure safety of the wing, consult budgets to ensure a fixed price to the costumer, planning and organizing all operations to be performed.
- *Manufacturing*: achieving their manufacturing and finishing, choosing the right one and do it.

With appropriate materials ,relevant calculations and careful design, are going to achieve a statue that will create popularity in the city and generate a sense of curiosity to all who observe it.



Desde tiempos remotos, el hombre ha tenido la necesidad de esculpir. En sus inicios empleó los materiales más simples que tenía a su disposición, como piedra, barro o madera, desarrollando el arte representando motivos primitivos como la caza o la fertilidad. Nosotros como humanos seguimos teniendo esta necesidad, pero como personas modernas tenemos otras maneras de "esculpir".

Tras la inauguración del CTM (Centro Tecnológico Manresano) y la reciente celebración del centenario de la Cámara de Comercio de Manresa, surgió un encargo que satisfacía la necesidad primitiva que se ha mencionando. Se trataba de una escultura. Y no una escultura cualquiera, una obra llena de sentido y símbolos, que destacaría por encima de todas las edificaciones que se encontraran próximas a ella.

La escultura, diseñada por Josep Barrés (artista local), con forma de ala, se alzaría 12 metros con un peso de más dos toneladas y estaría custodiando la rotonda principal de la avenida del nuevo Parque Tecnológico Manresano.

Este proyecto contempla todos los aspectos a realizar en un encargo de estas características.

- Diseño: Procurar que sean fiel a los dibujos del artista.
- Proyección: Dibujar con herramientas CAD la obra.
- Previsión: Realizar los cálculos pertinentes para garantizar la seguridad en la obra, consultar presupuestos para poder garantizar un precio cerrado al solicitante, planificar y organizar todas las operaciones a realizar.
- Fabricación: Buscar soluciones a la fabricación y al acabado, elegir la correcta y llevarla a cabo.

Con unos materiales adecuados, los cálculos pertinentes y un diseño cuidadoso, se conseguiría una estatua que daría renombre en la ciudad haciendo nacer un sentimiento de curiosidad a todo el que la observara.



Des de temps remots l'home ha tingut la necessitat d'esculpir. En els seus inicis va emprar els materials mes simples que tenia a la seva disposició, com pedra, fang o fusta, desenvolupant l'art representant motius primitius com ara la caça o la fertilitat. Nosaltres com a humans continuem tenint aquesta necessitat, però com a persones modernes tenim altres maneres "d'esculpir".

Rere la inauguració del CTM (Centre Tecnològic Manresà) i el recent celebració del centenari de la Cambra de Comerç de Manresa, va sorgir un encàrrec que satisfesia la necessitat primitiva que s'està esmentant. Es tractava d'una escultura. I no una escultura qualsevol, una obra plena de sentit i símbols, que destacaria per sobre de totes les edificacions que es trobessin pròximes a ella.

L'escultura, dissenyada per Josep Barrés (artista local), amb forma d'ala, s'alçaria 12 metres amb un pes de mes dues tones i estaria custodiant la rotonda principal de laavinguda del nou Parc Tecnològic Manresà.

Aquest projecte contempla tots els aspectes a realitzar en un encàrrec d'aquestes característiques.

- *Disseny* : Procurar que siguin fidel als dibuixos de l'artista.
- *Projecció* : Dibuixar amb eines CAD l'obra.
- *Previsió* : Realitzar els càlculs pertinent per a garantir la seguretat a l'obra, consultar pressupostos per poder garantir un preu tancat al sol·licitant, planificar i organitzar totes les operacions a realitzar.
- *Fabricació* : Buscar solucions a la fabricació i al acabat, escollir la correcte i portar-la a terme.

Amb uns materials adequats, els càlculs pertinents i un disseny acurat, s'aconseguiria una estàtua que donaria renom a la ciutat fent néixer un sentiment de curiositat a tothom que l'observés.



*Índex***1 – Memòria**

1.1 Pròleg - - - - -	pàg. 1
1.2 – Full d'identificació - - - - -	pàg. 2
1.3 – Introducció - - - - -	pàg. 4
1.4 – Objecte - - - - -	pàg. 5
1.5 – Abast - - - - -	pàg. 6
1.6 – Antecedents - - - - -	pàg. 8
1.6.1 - L'escultura - - - - -	pàg. 8
1.6.2 – Escultura a Manresa - - - - -	pàg. 10
1.6.3 – La ciutat - - - - -	pàg. 29
1.6.4 – L'ala - - - - -	pàg. 32
1.7 – Normes i referències - - - - -	pàg. 33
1.8 – Definicions i abreviatures - - - - -	pàg. 34

2 – Càlculs

2.1 – Requisits del projecte - - - - -	pàg. 35
2.1.1 – Requisits de disseny - - - - -	pàg. 35
2.1.1 – Requisits estructurals - - - - -	pàg. 35
2.2 – Anàlisi de solucions - - - - -	pàg. 37
2.2.1 – Solució A - - - - -	pàg. 38
2.2.2 – Solució b - - - - -	pàg. 40
2.2.3 – Solució Adoptada - - - - -	pàg. 42
2.2.4 – Requisits estructurals - - - - -	pàg. 42
2.2.4.1 – Envoltant - - - - -	pàg. 42
2.2.4.1 – Muntants - - - - -	pàg. 43
2.2.4.1 – Conjunt - - - - -	pàg. 43
2.2.5 – Solució al acabat - - - - -	pàg. 44
2.2.6 – Solució a la implantació - - - - -	pàg. 44

2.3 – Planificació	pàg. 45
2.3.1 – Producció	pàg. 46
2.3.2 – Acabat	pàg. 49
2.3.3 – Implantació	pàg. 49
2.4 – Càlculs	pàg. 50
2.4.1 – Càlcul pressió del vent	pàg. 50
2.4.2 – Càlcul del moment de força	pàg. 53
2.4.3 – Càlcul del moment flector	pàg. 54
2.4.4 – Càlcul resistència dels cargols	pàg. 57
2.4.5 – Càlcul de la resistència del terreny	pàg. 60
2.4.6 – Càlcul de condició d'estabilitat	pàg. 61
2.4.7 – Càlcul a condicions extremes	pàg. 61
2.4.8 – Càlcul a condicions extremes	pàg. 70
2.5 – Resum Pressupost	pàg. 76
2.5.1 – Fabricació	pàg. 76
2.5.2 – Transport	pàg. 77
2.5.2 – Acabat	pàg. 77
2.5.2 – Implantació	pàg. 78
2.5.5 – Cost final	pàg. 78
2.6 – Conclusions	pàg. 79
2.6.1 – Conclusions del projecte	pàg. 79
2.6.2 – Conclusions del projecte	pàg. 79
2.7 – Glossari de material visual de la memòria	pàg. 81
2.8 – Relació de documents	pàg. 85
2.9 – Llistat de software emprat	pàg. 86
2.10 – Bibliografia	pàg. 88

3 – Annexos

3.1 – Annex 1

- Plec de condicions - - - - - pàg. 1
- Estat d'amidaments - - - - - pàg.77
- Pressupostos - - - - - pàg.79

3.2 – Annex 2

- Plànols

3.3 – Annex 3

- Foto-reportatge Fabricació

3.4 – Annex 4

- CD
 - Captures en vídeo dels càlculs amb elements finits
 - Captures en vídeo de les simulacions de xocs
 - Imatges a alta resolució
 - Tràiler "Escultura Ala 2013"

3.5 – Annex 5

- Maqueta Ala.

1.1 – Pròleg

*“Dins del nou pla d’estudis de Bolonya,
de la mateixa manera que el pla antic,
hi ha un treball o projecte final que
haureu de fer, el projecte fi de grau”*

Després d’escoltar aquelles paraules vaig pensar que un projecte destacable en algun o altre sentit, podria ser la guinda a la carrera que tantes hores de la meva vida hi havia dedicat. En aquelles paraules va néixer en mi una necessitat de trobar una utilitat o un servei que pogués satisfer a la gent, alguna cosa que la gent necessités, però això no era tan fàcil. Rere donar voltes a molts temes i moltes idees, tot acabava amb dues respostes; “Això no és de fabricació possible i acabaria sent un projecte teòric” o bé “això no té cap mèrit, ho podria fer qualsevol nen amb un parell de vídeo-tutorials de Youtube i un Macbook”.

Fins que un dia a l’empresa on treballava em va assignar un projecte. Un projecte únic, d’una sola unitat, de 12 metres d’altura, que faria girar el coll a tot aquell que se’l creués, i que formaria part per sempre del nou Centre Tecnològic Manresa (CTM).

Una escultura, una escultura amb actitud de lideratge. Una escultura que si es dissenyava amb caràcter robust podria expressar sense paraules però a crits el que realment significava, “sí, aquí les coses les fem bé”, i cap altre lloc millor per a la seva implantació que el nou Centre Tecnològic Manresà.

Tenia la oportunitat de formar part d’un trosset d’història de la ciutat que m’havia adoctrinat en l’enginyeria, i així ho vaig fer.

Amb tota la meva il·lusió, espero que la lectura d’aquest projecte sigui de seu agradat, hi he invertit tot el temps i medis que se’m han concedit.

Gràcies.

1.2 – Full d'identificació

- Sol·licitant

Cambra de Comerç
de Manresa

Nom	Cambra de Comerç de Manresa
CIF	Q0873002J
Representant Legal	Pere Casals Perramon
Direcció	Muralla del Carme, 17-23, 2n pis.
Telèfon/Fax	(+34) 93 872 42 22 / (+34) 93 872 77 66
Codi Postal	08241
Població	Manresa
Província	Barcelona



- Identificació del projecte

Denominació	Disseny, Previsió, Fabricació i Implantació de la figura del Centenari de la Cambra de Comerç de Manresa
- Ubicació -	
Direcció	Carrer Cal Ti amb avinguda CTM, s/n
Codi Postal	08241
Població	Manresa
Província	Barcelona

- *Autor del projecte*



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Manresa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Nom i Cognoms	Joan Garcia Pubill
DNI	39391447-Z
Telèfon	93 876 04 18
E-Mail	joansws@gmail.com
Titulacions	Grau d'Enginyeria en Electrònica Industrial i Automàtica (UPC-EPSEM)
- Direcció Professional -	
Direcció	c/ Padró nº96
Codi Postal	08272
Població	Sant Fruitós del Bages
Província	Barcelona

1.3 - Introducció

Aquest projecte es basa en el disseny, previsió ,fabricació i implantació de la estàtua commemorativa del centenari de la cambra de comerç de Manresa, que es situarà pròxima al nou Centre Tecnològic Manresà.

El projecte es dedicarà sobretot a garantir la bona fabricació, entenent tots els conceptes aquí inclosos, i entrega de l'estàtua en particular. Es esment en els amidaments dels fonaments on és col·locarà.

S'estudiaran planificacions, dissenys per a una solució viable, respostes a un disseny robust físicament però viable de manera econòmica i es portarà un seguiment de tota la fabricació.

Tot el procés respondrà a les necessitats imposades per el dissenyador i el sol·licitant.

1.4- Objecte

L'objecte del projecte és la implantació de l'estàtua commemorativa del centenari de la Cambra de Comerç de Manresa, dissenyada per l'escultor Josep Bares ,tenint com a ubicació la rotonda principal del nou Centre Tecnològic Manresà.

- Objectius principals del projecte

- Ser fidel al disseny de l'escultor
- Tenir una alçaria de 12 metres conservant les proporcions del model original.
- Garantir la seva estabilitat estructural

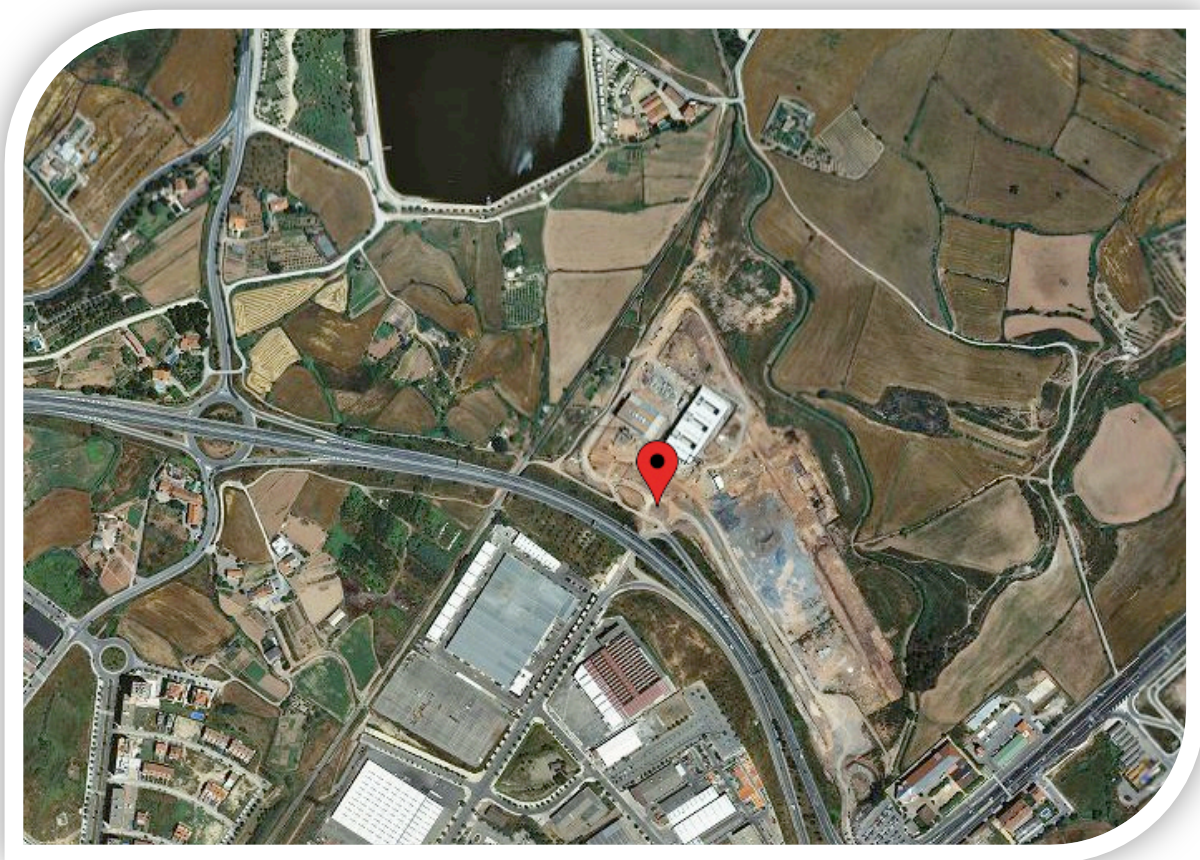
1.5 – Abast

L'abast és la previsió, fabricació, disseny mecànic i implantació de l'estàtua, es realitzarà una descripció, un disseny, plànols i pressupost de l'estructura.

L'estàtua estarà fabricada en metall amb una part inferior de compost entre metall i ciment, el metall serà corten-b s/en 10155 (S 355 J2G2W).

L'estabilitat de l'estructura es demostrarà mitjançant càlculs tan manuals com assistits per ordinador, mitjançant models CAD.

La fabricació de l'ala es realitzarà a L.Oliva Torras S.A., l'acabat es donarà a Pinturas Cordovés, la implantació la realitzarà l'ajuntament de Manresa i la seva ubicació final serà la rotonda principal del nou complexa del Centre Tecnològic Manresa. *(Veure mapa d'ubicació 1 i 2)*



Mapa ubicació 1 – Foto aèria de la situació on s'implantarà l'estàtua



Mapa ubicació 2 - imatge topogràfica de la situació on s'implantarà l'estàtua

1.6 – Antecedents

1.6.1 - L'escultura

Des de temps remots l'home ha tingut la necessitat d'esculpir. En els seus inicis va emprar els materials més simples que tenia a la seva disposició, com pedra, fang o fusta, desenvolupant l'art representant motius primitius com ara la caça o la fertilitat. Ja des de els seus principis s'intentava que l'escultura es conservés amb el pas del temps, allotjant-les en llocs coberts preservant-les de les afeccions climàtiques.

Mes endavant utilitzar materials més duradors com ferro, bronca, plom, cera, guix, resina de polièster amb reforços de fibra de vidre, formigó i altres aliatges, incrementant la seva durada i resistència a tot tipus d'alteracions externes. També varen canviar els motius de l'art, ara les vessants més destacables eren en memòria de fets o personatges, així com reals o religiosos, motius didàctics, pedagògics i funeraris.

La funcionalitat va anar canviant amb l'evolució històrica, adquirint una raó principalment estètica o ornamental. Les escultures actuals abasteixen tres principals camps d'escultures;

Escultures històriques: Fent honor a esdeveniments històrics; Guerres, tractats, descobriments...Un exemple és l'estàtua en Memòria de l'alçament de la bandera americana sobre el turó d'Iwo Jima i del cos de Marines del Estats Units d'Amèrica (1954), actualment l'estàtua es troba a Rosslyn, Virginia. L'artista fou Felix de Weldon. (Fotografia 1)



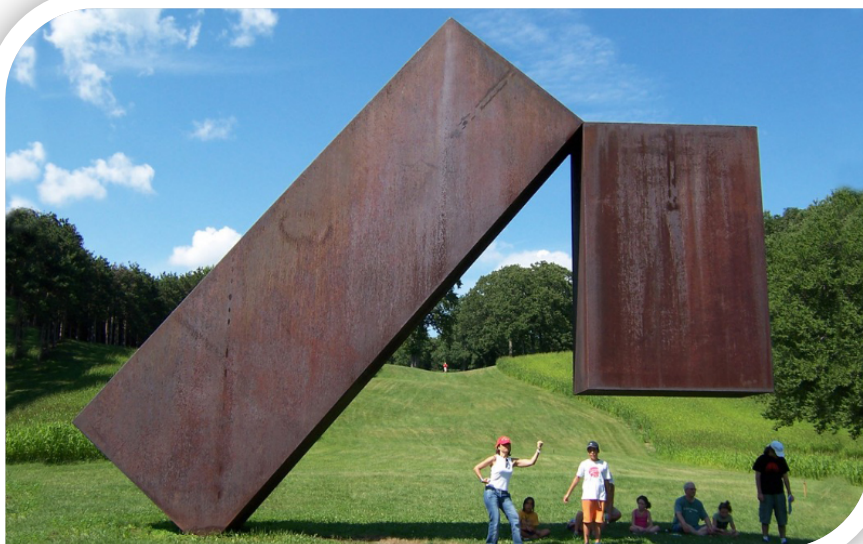
Fotografia 1 – Monument al Cos de Marines de USA

Escultures commemoratives: Escultures que fan referència a alguna entitat o comunitat, tan d'àmbit municipal fins estatal. Un exemple és el famós “Charging Bull” (1987) ubicat al centre de Wall Street de Nova York, al districte financer. La figura realitzada en bronze, es símbol de optimisme, agressivitat i prosperitat financera. L'autor va ser Arturo Di Modica. (*Fotografia 2*)



Fotografia 2 – Charging Bull

Escultures artístiques: Escultures purament decoratives, normalment ubicades en centres urbans o en zones amb alta densitat turística. Un exemple és “Weight in Suspension” (1980), una obra de caràcter decoratiu, den Henry Moore. (*Fotografia 3*)



Fotografia 3 – Weight in Suspension

1.6.2 - Escultura a Manresa

L'escultura a Manresa és destacable i variada. Podem trobar des de estàtues de personatges històrics, bustos, figures del modernisme i escultures abstractes.

Entre aquestes destaquen:

- *Monument a la Sardana (1963)*: Obra de Jaume Soldevila. Plantat quan Manresa fou proclamada Ciutat Pubilla de la Sardana. Es centra per quatre pilars de pedra sorrenca units per una plataforma circular, on dos blocs de pedra corbada i units representant dos persones que aixequen els braços s'enllacen les mans, com a definició de la sardana. (Fotografia 4, Mapa de localització 1)



Fotografia 4 – Monument a la Sardana



Mapa de localització 1 – Monument a la Sardana

- *La Ben Plantada (1977)*: Durant les festes de la Llum de 1977 s'inaugurà el monument als iniciadors de la sèquia amb la famosa escultura central de la "Ben Plantada", obra de Josep Clarà. Són ben conegudes pels manresans les polèmiques que durant mesos hi hagué per la conveniència o no d'exhibir-la a la via pública, donat que alguns sectors ciutadans consideraven que podia ofendre la moral. La "Ben Plantada es una de les millors obres de Clarà i de l'art noucentista. L'equilibri, la mesura, la forma nítida, el volum sòlid i compacte son qualitats de l'escultor. (Fotografia 5, Mapa de localització 2)



Fotografia 5 – Ben Plantada

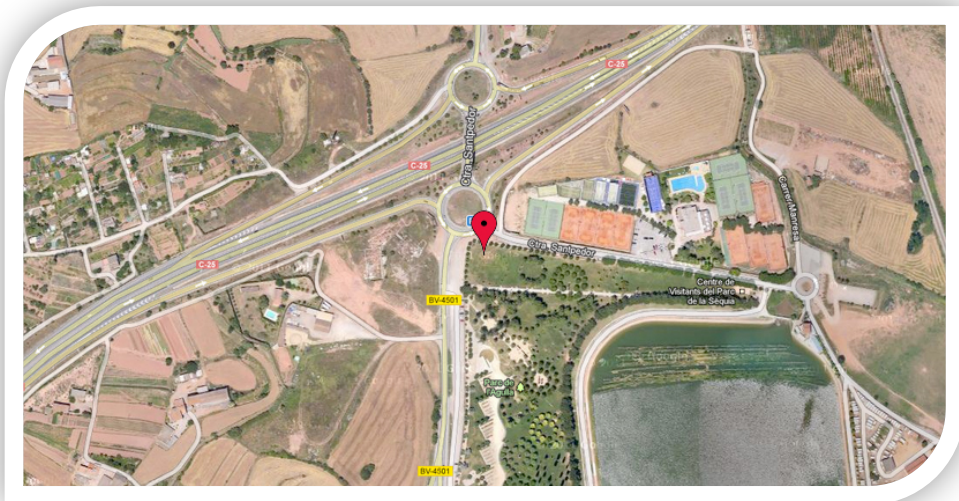


Mapa de localització 2 – Ben planta

- *Monument a les festes de la Llum (1977)*: Al parc de l'Agulla es va "plantar" aquest monument per les festes de la Llum del 1077, sent l'autor Jordi Garcia, observem Montserrat, un arbre, el sol i les ones de la sèquia. (Fotografia 6, Mapa de localització 3)



Fotografia 6 - Monument a les festes de la Llum

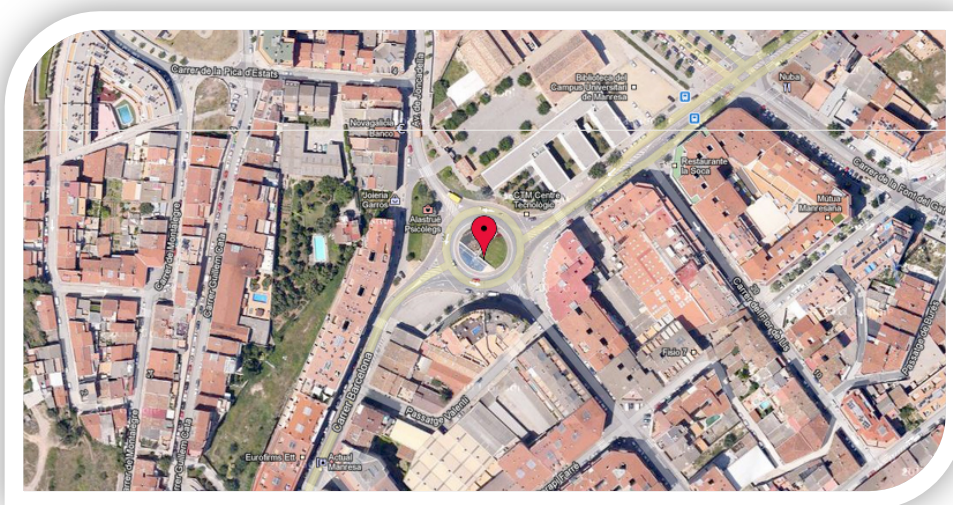


Mapa de localització 3 - Monument a les festes de la Llum

- **Monument a la Comarca del Bages (1978):** Fou escollit com a homenatge de Manresa al Bages, pel Col·legi Oficial de Perits i Enginyers Tècnics Industrials de Manresa. És constituït per una base cubica de pedra amb elements metàl·lics als costats. Hi sobresurt un mapa del Bages amb els noms de les comarques veïnes i l'escut de Manresa, així com una sèrie de figures simbòliques a les fonts de riquesa de la comarca: indústria, comerç, agricultura i ramaderia. Tanmateix s'aixequen uns cilindres hiperboloides d'acer, que és l'element més visible i destacat del conjunt. (Fotografia 7, Mapa de localització 4)



Fotografia 7 – Monument a la Comarca del Bages

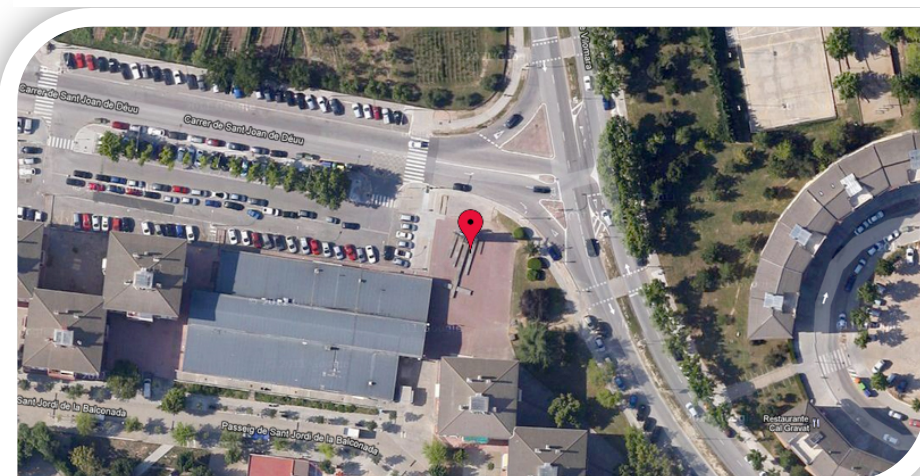


Mapa de localització 4 – Monument a la Comarca del Bages

- *Monument a Manresa (1979)*: Inaugurat l'any 1979, es una obra de Josep M. Subirachs, amb la col·laboració dels arquitectes Celestino Chinchilla i Josep Oliva. Aquest monument, fet de formigó, representa l'escut de la ciutat: les quatre barres i la creu de sant Jordi. Els diversos components adquireixen volum mitjançant quatre pilars que, lleugerament inclinats i amb diferents alçades, es drecen cap amunt. Un d'aquests pilars, a pla terreny, es perllonga mes que els restants per tal d'encreuar-se amb una altre disposat horitzontalment, amb el qual formen la creu. (Fotografia 12 – Mapa de localització 5)



Fotografia 8 – Monument a Manresa

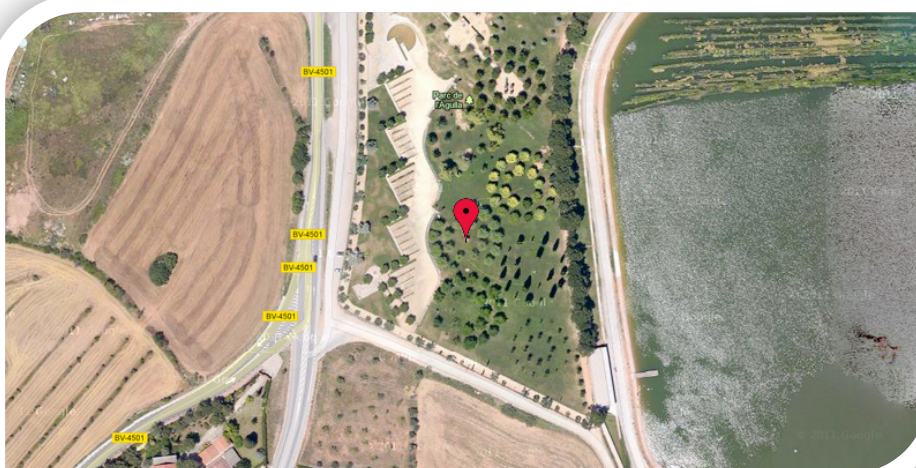


Mapa de localització 5 – Monument a Manresa

- **Monument al Gos (1979):** S'estructura a partir de quatre pilars que suporten un bloc cúbic de pedra, sobre el qual retornen els pilars, però ara col·locats més junts i assolint diferents altures. En dues cares del bloc cúbic sobresurt la figura d'un gos que, contrastant amb el formigó, adquireix volum mitjançant una sèrie de plaques superposades, fetes de ferro bronzejat. Una de les cares restants mostra un conjunt de textures, mentre que una d'elles llueix la placa commemorativa. L'artista és en Josep Varés, l'any 1979. (Fotografia 13, mapa de localització 6)



Fotografia 9 – Monument al gos

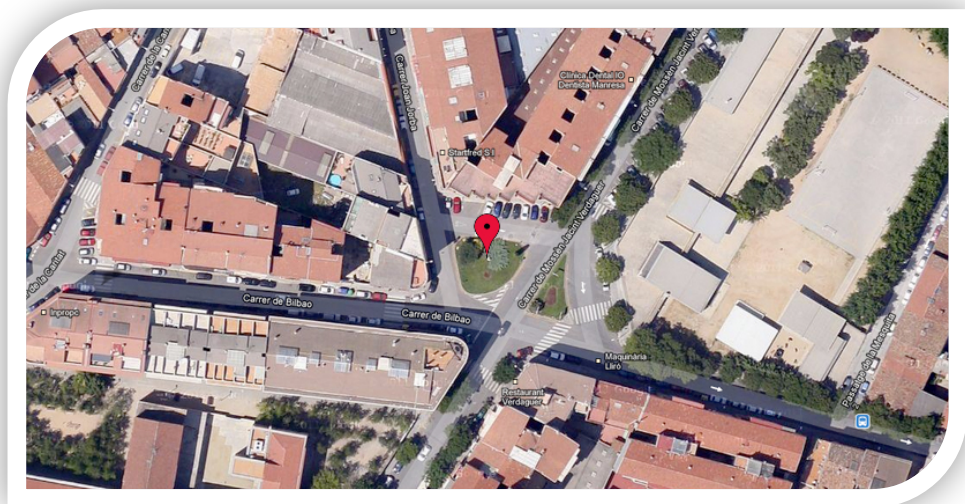


Mapa de localització 6 – Monument al gos

- *Monument a Sant Jordi (1981)*: En l'escultura el personatge apareix nu, escometen amb una espasa, que branda amb la mà dreta. Un drac de reduïdes dimensions es troba situat entre les seves cames. Obra original de Francesc Sitjar. (Fotografia 10, Mapa de localització 7)



Fotografia 10 – Monument a Sant Jordi

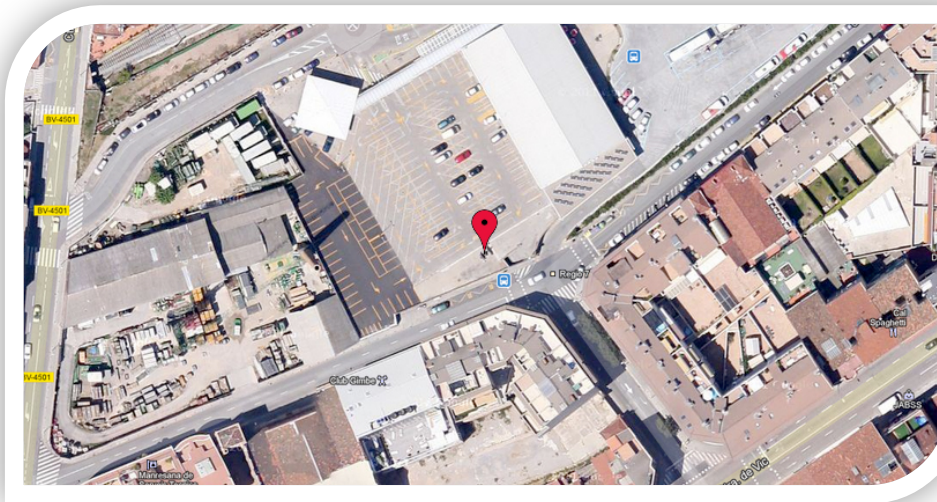


Mapa de localització 7 – Monument a Sant Jordi

- **Escultura mòbil (1982):** Es tracta d'una escultura metàl·lica pintada de negre. A partir d'un peu, es superposa un eix rotatori que fa de suport a un conjunt de plaques disposades en diverses direccions, que emmarquen uns vidres tenyits amb els colors primaris. Quan fa vent, les plaques es mouen i se superposen de manera que els colors primaris es converteixen en els secundaris generant una simfonia de colors al terra. Caracteritzada pel dinamisme, fou realitzada per Francesc Fornells en 1982. (Fotografia 11, Mapa de localització 8)



Fotografia 11 – Escultura mòbil

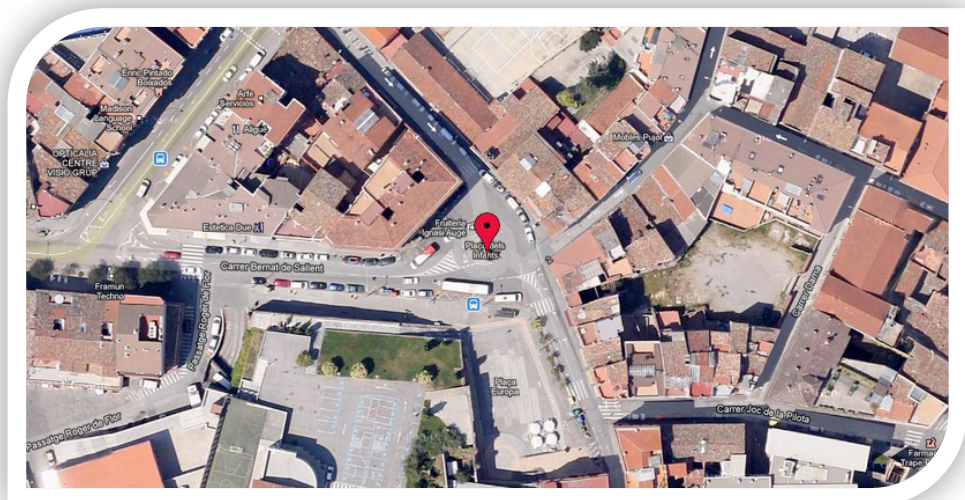


Mapa de localització 8 – Escultura mòbil

- *Monument a la Llum (1982)*: Monument esquemàtic compost per dos blocs plans totalment fusionats – el de la dreta de pedra i el de l'esquerra de formigó. L'autor és Jaume Soldevila. (Fotografia 12, Mapa de situació 7)



Fotografia 12 – Monument a la Llum

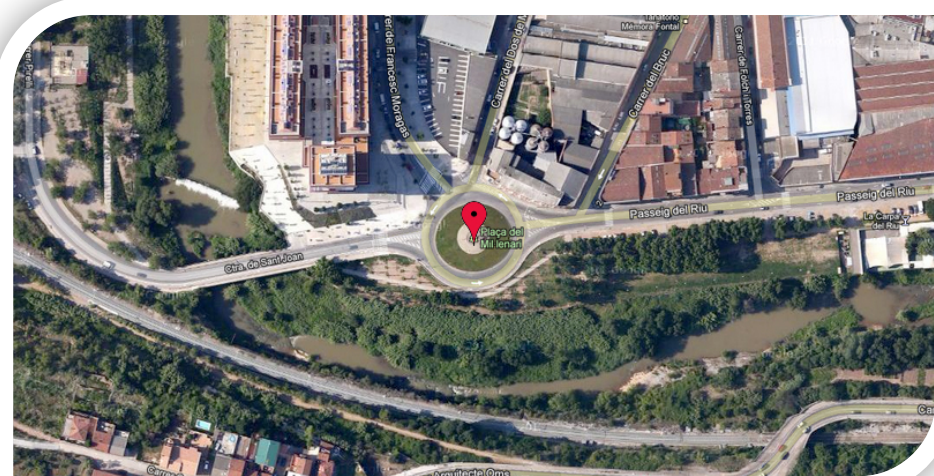


Mapa de situació 9 – Monument a la Llum

- *Monument commemoratiu del mil·lenari de Catalunya (1989)*: Monument molt simple consistent en tres barres de ferro corbades que arrencant del terra, s'enlairen per unir-se al centre, d'on penja una peça de telar. El fet que una de les barres sigui perforada amb obertures circulars de mides diferents, li confereix lleugeresa, alhora que li dona dinamisme. Situat al centre de la plaça, es inserit en un parterre circular vorejat de gesta, que fa destacar el paviment empedrat del centre. En una làpida, situada a pla terreny, hi ha la llegenda commemorativa i el nom de l'autor. Dissenyat per Enric Pladevall. (Fotografia 13, Mapa de situació 8)



Fotografia 13 – Monument commemoratiu del mil·lenari de Catalunya

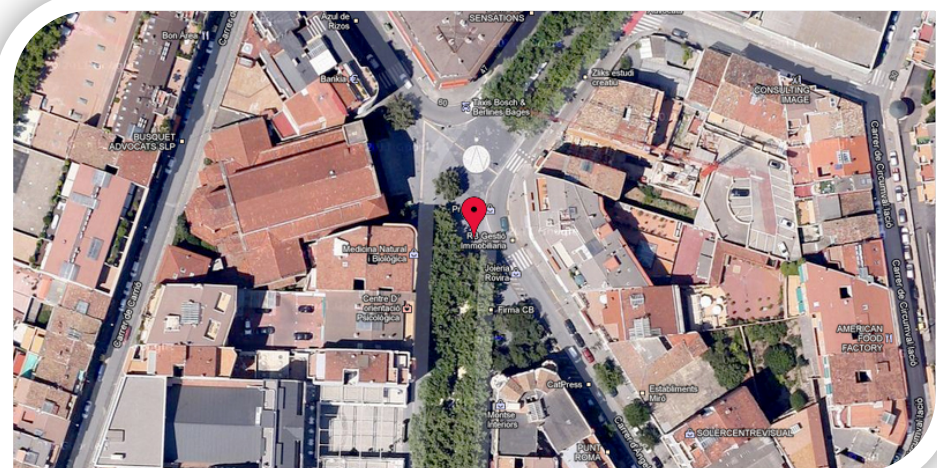


Mapa de situació 10 – Monument commemoratiu del mil·lenari de Catalunya

- *Monument a Pere III el Cerimoniós (1989)*: Es troba situat en ple centre manresà, a la plaça de l'església de Crist Rei, a la cruïlla del Passeig Pere III amb el carrer Guimerà. De l'escultor Ramon Majà i amb la col·laboració de Caixa Manresa, fora plantada el Juny del 1989. (Fotografia 14, Mapa de situació 9)



Fotografia 11 – Monument a Pere III el Cerimoniós



Mapa de situació 11 – Monument a Pere III el cerimoniós

- *Monument de la Plaça de la Creu (1990)*: Aquest monument substitueix una palmera que havia en el mateix lloc. Envoltat per un parterre circular, cobert amb gespa, plantes i flors, s'aixeca un cos que tendeix a la forma cilíndrica, format per unes peces de xapa de ferro recobertes per una capa d'òxid, les quals s'adapten a un perímetre circular irregular. Aquesta escultura de caire monumental, realitzada per Maria Àngels Freixenet, fou erigida en aquesta plaça l'any 1990. (Fotografia 15, Mapa de situació 10)



Fotografia 13 – Monument de la Plaça de la Creu

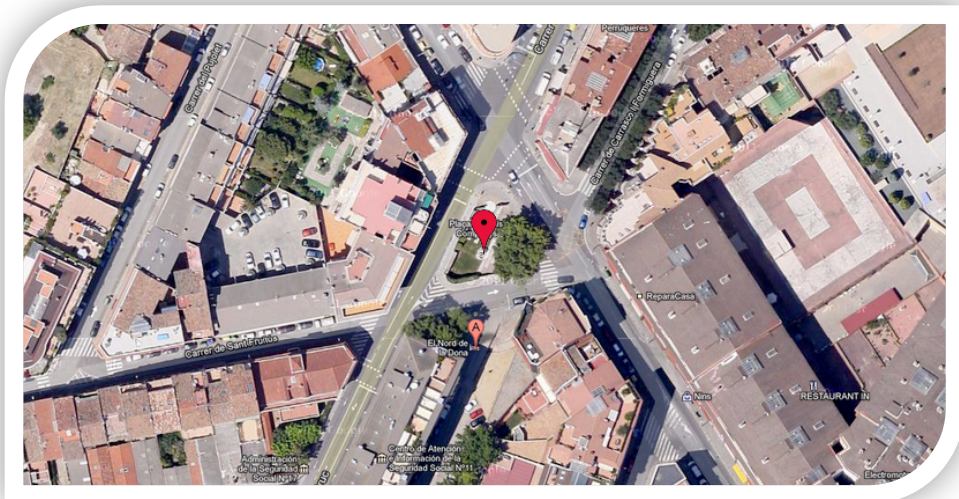


Mapa de situació 12 – Monument de la Plaça de la Creu

- *Monument a Catalunya (1990)*: Situat a la Plaça Lluís Companys, s'articula de dos cossos interposats que adopten la "C" de Catalunya en secció. L'autor de l'obra fou Agustí Penedès. (Fotografia 16, Mapa de situació 11)

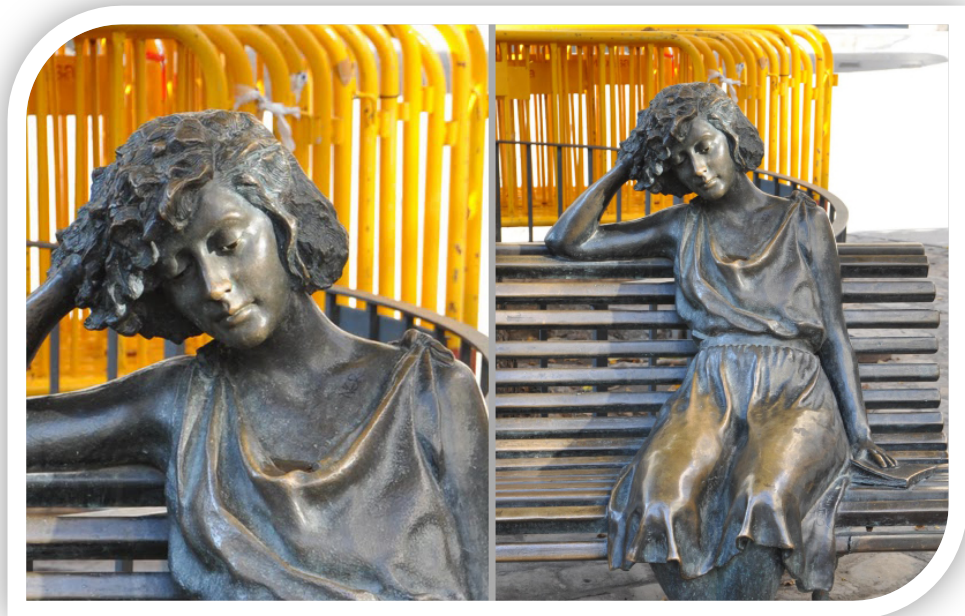


Fotografia 15 - Monument a Catalunya

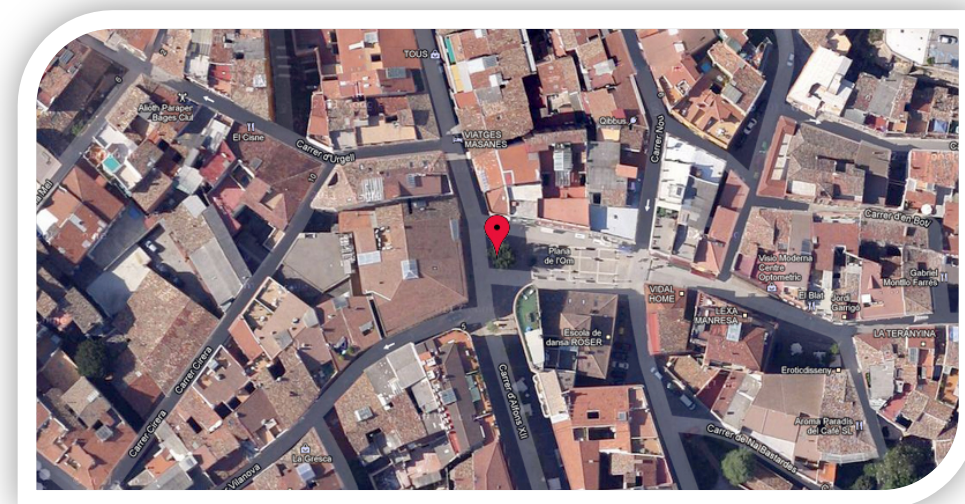


Mapa de situació 13 - Monument a Catalunya

- *A l'ombra (1990)*: Realitzada per l'escultor manresà Ramon Oms. L'obra està ubicada just a sota d'un om. Esta elaborada en bronze. (Fotografia 17, Mapa de situació 117)



Fotografia 14 – A l'ombra



Mapa de situació 14 – A l'ombra

- *Monument als geganters (1990)*: A la remodelada plaça dels infants crida l'atenció les figures de dos gegants, realitzats amb planxes de ferro soldades. Monument dissenyat per Ramon Jounou, rere la proclamació de Manresa com a ciutat gegantera. (Fotografia 18, Mapa de situació 13)



Fotografia 15 – Monument als geganters



Mapa de situació 15 – Monument als geganters

- *Monument a l'adolescència (1990)*: Aquesta escultura de bronze destaca entremig d'un bloc de pedra en forma piràmides. Realitzat per Josep Barés. (Fotografia 19, Mapa de situació 14)



Fotografia 16 – Monument a l'adolescència



Mapa de situació 16 – Monument a l'adolescència

- *Monument al teatre (1993)*: Dos rostres de bronze, encastats a la cara frontal del bloc de pedra monolític, substitueixen les clàssiques mascare al·lusives a l'art dramàtic. Fou dissenyat per Ramon Oms. (Fotografia 20, Mapa de situació 15)



Fotografia 17 – Monument al teatre

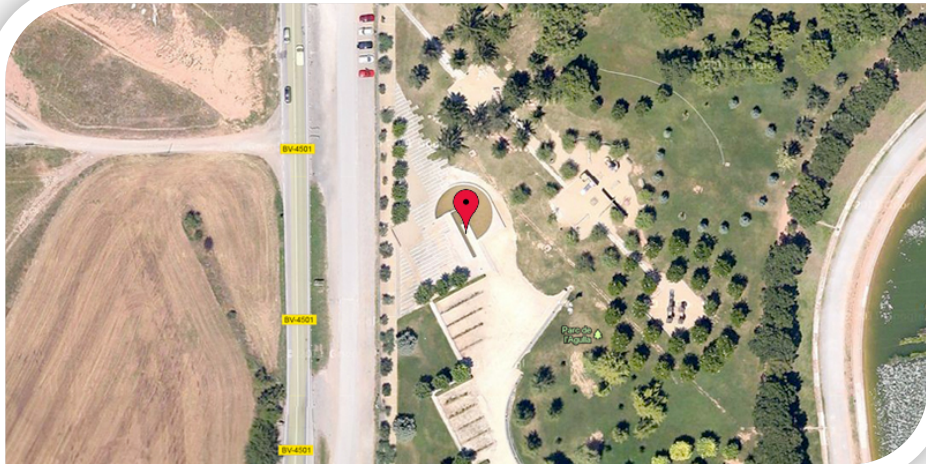


Mapa de situació 17 - Monument al teatre

- *Dona (1997)*: Obra de l'escultor Ramon Oms i Pons, plantada al Parc de l'Agulla. (Fotografia 21, Mapa de situació 14)



Fotografia 18 - Dona

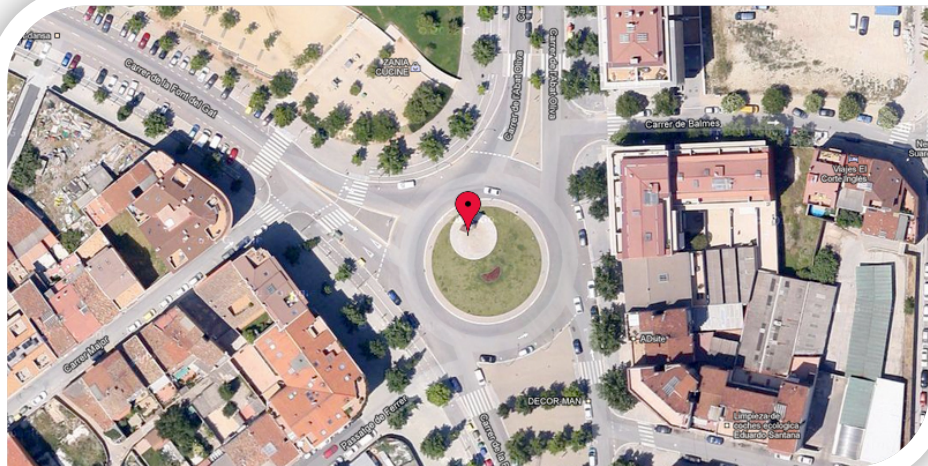


Mapa de situació 18 - Dona

- *Sentinella de la Pau (2002)*: Escultura realitzada per l'artista manresà Marzo-Mart. Ubicat a unes de les rotondes de les bases i fabricat en xapa oxidada. (Fotografia 22, Mapa de situació 17)



Fotografia 22 – Sentinella de la Pau



Mapa de situació 19 – Sentinella de la Pau

1.6.3 - La ciutat

Josep Pla va escriure de Manresa: *“En Manresa las fabricas se confunden con los conventos y los conventos con las fabricas. Ambas cosas ya forman parte de la historia.”*

Es un fet clar que Manresa ha estat una de les ciutats pioneres industrials de Catalunya. A principis de segle XX va aparèixer un òrgan vital per l'organització i administració de les empreses del Bages, La Cambra de Comerç de Manresa. (fotografia 23)



Fotografia 19 – Manresa inicis segle XX

La Cambra de Comerç i Industria de Manresa és una institució que treballa per al desenvolupament econòmic de la comarca del Bages. Entre els principals objectius destaquen:

- Vetllar per les perspectives de la demarcació del Bages com a zona econòmica amb identitat pròpia, buscant el desenvolupament econòmic de la zona.

- Vetllar pels interessos generals de les empreses i pel seu desenvolupament a curt, mitjà i llarg termini.
- Donar serveis a les empreses en l'àmbit de la promoció de les exportacions, la formació, la innovació, el desenvolupament del comerç, la indústria i el medi ambient, etc.

El compliment del centenari de la institució i els plans de futur que tenia, varen esdevenir les condicions idònies per la celebració del centenari de la Cambra de Comerç de Manresa . L'any 2006 va tenir lloc la celebració amb una entrega de premis a als mes emprenedors i als mes involucrats a l'entitat.

Aquests premis foren dissenyats per l'escultor manresà Josep Barés. La forma de la flama de l'estatueta va passar a ser el símbol del centenari de l'entitat. (Fotografies 25 i 26)



Fotografia 20 – Edifici Jorba, actual localització de la Cambra de Comerç de Manresa



Fotografia 21 – Comitiva del esdeveniment. Premis a la taula

Actualment s'està duent a terme uns dels projectes més ambiciosos, la creació del Parc Tecnològic de la Catalunya Central a Manresa. Un dels òrgans que tindrà un lloc privilegiat en el parc serà el Centre Tecnològic Manresà (Ctm). Actualment el Ctm està situat a la zona universitària de Manresa, a l'avinguda de les bases. L'aclamada corporació de l'edifici bioclimàtic contribueix a la investigació en els àmbits de la tecnologia dels materials, tecnologia ambiental, energies, simulació i disseny innovador i processos de conformat.

Les noves i futures instal·lacions varen començar a ser edificades l'octubre del 2010 i es calcula que l'obra serà finalitzada al llarg del 2013.

Les noves instal·lacions, el centenari de la cambra de comerç i un bon pla de futur industrial Manresà, varen esdevenir la necessitat d'una figura o estàtua emblemàtica per la nova zona que demostrés l'esperit d'emprenedoria, l'esforç i la tècnica de la indústria manresana.

Rere sondejos i idees, aportades per varis membres de la Cambra de Comerç de Manresa, es va decidir que el símbol seria la famosa flama que Josep Barés va dissenyar per la celebració del centenari, amb una diferència, aquest cop no faria 20 centímetres longitudinals, sinó 12 metres.



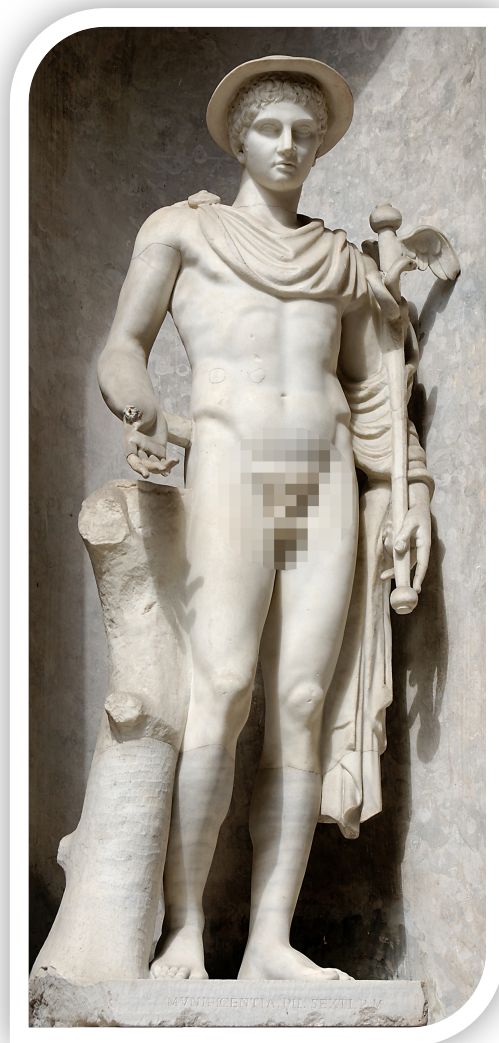
**Fotografia 22 – Expresident Montilla
subjectant un dels premis.**

1.6.4 - L'ala

Per entendre el significat de la flama, ens hem de remuntar al segle V a.C. En que, a la zona de Grècia, hi havia culte a una gran varietat de personatges celestials.

Entre ells hi havia Hermes. Hermes es el déu missatger, de les fronteres i els seus viatgers que les creuen, dels pastors, dels oradors amb enginy, del comerç en general, de l'astúcia dels lladres i els mentiders. En la mitologia romana era denominat Mercuri, fill de Zeus i Maya.

Al llarg dels anys s'ha anat atribuint ràpidament aquest personatge al comerç, per fet de ser el missatger entre monts, tal com fan les activitats comercials i transaccions. Seguint al mite, i intentant simbolitzar aquest amb alguna forma bàsica àuria, se li va atribuir la ala. La tradició el pinta sempre amb un casc amb dues ales o bé amb unes espardenyes amb ales. Tant el casc com les espardenyes van tenir un paper important en les històries més clàssiques de la mitologia grega com L'història de Perseu o L'Odissea.



Fotografia 23 – Hermes, còpia romana
del original, segle V a.C

Per tan, i per tradició, les cambres de comerç i les associacions empresarials se'ls atribuí el símbol de el caduceu, o altrament, la ala. L'escultor Josep Barés va voler simbolitzar aquesta ala amb l'encàrrec que se'l donar. Va decidir fer que l'escultura fos un símbol de la grandesa i la prosperitat de la Manresa comercial i industrial, dissenyant una escultura de 12 metres que desafia majestuosament a totes les demés de la comarca, apuntant cap el cel amb una sublima estructura metàl·lica.

En l'annexa a la memòria podem veure una imatge del esbós original que va fer Josep Barés tan de la forma de l'estàtua com de la ubicació i orientació de la mateixa. (Veure annex 3.3)

1.7 – Normes i referències

Les normes que es seguiran i es compliran per dur a terme aquest projecte, per tal de que sigui validable legalment són els següents:

- *CTE SE-AE* : Document basic de seguretat estructural i d'accions en l'edificació.
- *CTE SE-A* : Document basic de seguretat estructural de l'acer
- *POUM-MANRESA* : Pla d'ordenació urbanística municipal.

1.8 – Definicions i abreviatures

Nomenclatura Utilitzada	
A	Àrea
cm	Centímetre
C_e	Coeficient d'exposició
C_p	Coeficient eòlic
C_p¹	Coeficient pressió
C_s	Coeficient succió
δ	Densitat de l'aire
d	Distància
Y	Factor de seguretat
F	Força
k	Kilogram
KN	Kilonewton
m	Metre
Mm	Mil·límetre
M	Moment
M_c	Moment amb factor de seguretat
I_{xz}	Moment d'inèrcia
I_{xy}	Moment d'inèrcia
M_f	Moment Flector
ρ	Pressió
Q_b	Pressió dinàmica
Q_e	Pressió estàtica
S	Secció
σ_t	Tensió de treball del terreny
σ_e	Tensió límit elàstic del material
t	Tona
V_b	Valor bàsic de la velocitat del vent

2 – Càlculs

2.1 - Requisits del projecte

Els requisits del projecte s'han de tenir en compte en tot moment durant l'execució d'aquest. Hi han dos tipus de requisits en aquest projecte; Requisits de disseny i requisits estructurals

2.1.1 - Requisits de disseny

El disseny fou entregat de part de l'artista mitjançant un esbós. Per tal de efectuar la seva fabricació s'ha hagut de realitzar un traçat vectorial de l'original. A partir d'aquest s'ha pogut crear una silueta en el programa CAD i dibuixar les peces que conformen el projecte.

El principal requisit del disseny és realitzar la estructura de l'escultura amb la màxima precisió i versemblança a la forma entregada.

2.1.2 - Requisits estructurals

El que més crida l'atenció d'aquest projecte és l'alçaria final que tindrà. I aquí és on resideix la principal complicació d'aquest. S'haurà de dimensionar interiorment l'estructura de l'estàtua per tal de que tingui el repartiment de pes adequat per aguantar-se per un únic punt de subjecció sense que es formin tensions perilloses, per altra banda també s'ha de tenir en compte que ha de ser capaç de vèncer les adversitats mediambientals de la zona.

Per tal de realitzar el disseny de l'Ala amb totes aquestes garanties, s'haurà de tenir en compte els següents punts:

- Carga permanent: Carga vertical aplicada sobre una estructura que inclou el pes de la mateixa estructura més la dels seus elements, tenint en compte el mètode d'assemblatge entre ells.

- Pressió Eòlica: Pressió exercida per la força del vent sobre una superfície.
- Afectacions externes visibles: Prevenció del acabat extern per tal d'impedir les possibles causes del deteriorament d'aquest.
- Simulació d'impactes: Simular impactes de cossos dinàmics de gran pes contra l'estructura.

2.2 - Anàlisi de solucions

El fet que l'altura siguin que 12 metres implica una gran responsabilitat. Un error de càlcul pot esser causa de fractura, i un error dimensional en algun dels components pot suposar una carrega extra de temps i pressupost.

Les solucions poden ser varies, però hi ha alguns punts en que totes hi hauran de coincidir:

- Ha de ser superar les adversitats externes que siguin capaços afectar, dins d'uns esdeveniments usuals.
- La seva subjecció amb els fonaments ha de ser rígida i totalment estable.
- La solució escollida ha de ser econòmicament viable
- El disseny adoptat ha de ser fidel al disseny entregat

Segons els requisits de disseny, es poden definir varies maneres de construir el monument. Rere varis esbossos, rebutjant la majoria d'ells per complexitat de fabricació o dificultat d'implantació s'ha reduït a dos possibles solucions.

Els dos dissenys aspirants a ser la solució final, tenen la mateixa estructura externa. Aquesta es basa en una xapa inferior, on seria la part fixada al sòl, amb la forma d'ala sortint d'aquesta. La xapa externa, que contorneja l'estructura, té un desfasament simètric per ambdues bandes, donant així un aire mes dinàmic a l'estructura. Com a cares frontal i posterior, estarà tancada amb xapa de punta a punta. Els gruixos de xapa van disminuint de gruix alhora que va augmentant l'altura, començant per un gruix de 15mm reduint-se fins als 2mm. L'elecció del material i de les dimensions han de anar juntament amb una previsió del pressupost i de la possibilitat de fabricació.

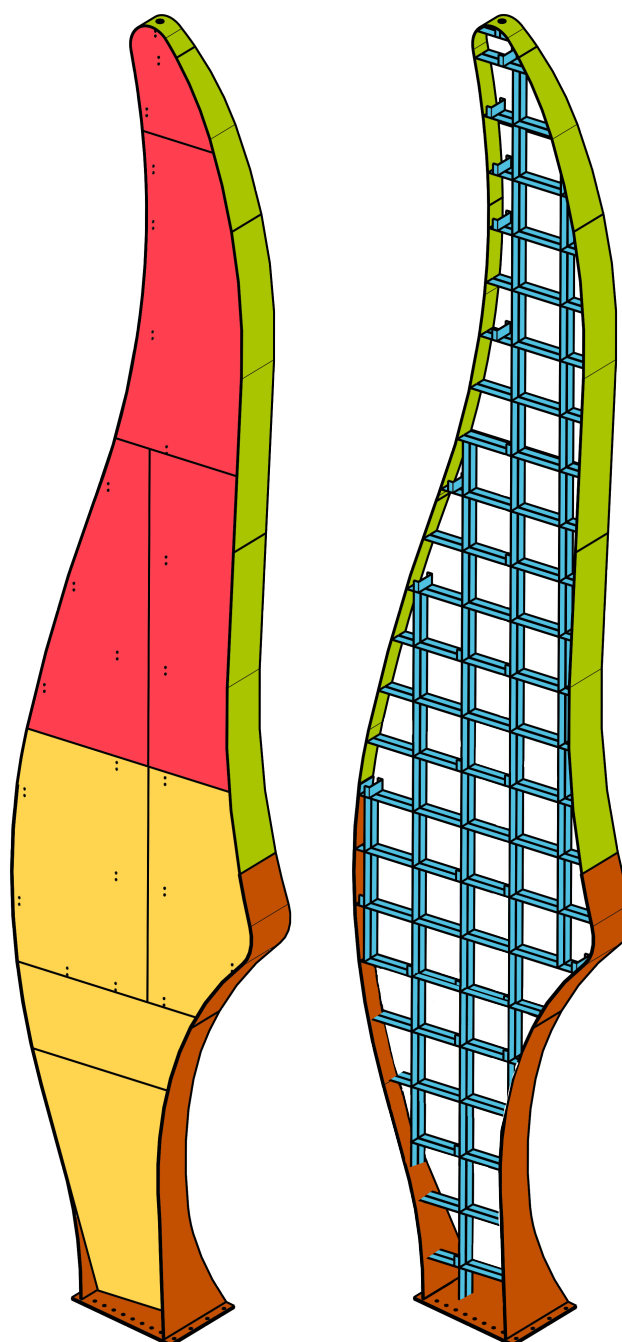
A nivell intern es on cau la responsabilitat i la major preocupació d'un projecte d'aquestes característiques, que és el fet de que simplement no caigui. Aquesta fi s'aconsegueix amb un disseny intern òptim amb un bon repartiment de pes de la pròpia estructura, una forma optima i una rigidesa apropiada per a suportar les afeccions externes. Les dues solucions esmentades son les que es mostren a continuació.

2.2.1 - Solució A

La primera solució es basa en un model per malles. Aquest disseny, té la peculiaritat de seguir un patró intern simètric realitzat en xapes de 2mm de gruix amb una separació en ambdós eixos de 500 x 500 mm.

D'aquesta solució cal destacar la facilitat de muntatge a nivell intern, es realitzarien talls als travessers per a facilitar el muntatge, per així poder encaixar-los entre ells, una altra avantatge es el poc pes de xapa (per tant també cost) que tindria el mateix.

En la imatge podem observar el repartiment del gruixos de xapa de l'estructura. Aquest disminueix a mesura que l'alçaria de l'alçada augmenta. (Fig. 1)



- Gruix 1.5mm
- Gruix 2mm
- Gruix 4mm
- Gruix 8mm
- Gruix 15mm

Fig. 1 : Repartiment de gruixos de xapa de la solució A

En aquesta imatge, podem observar que el repartiment de pesos està molt centrat en ambdós eixos, i s'escau a 5123mm d'altura. (Fig. 2)

Aquesta cota de centre de gravetat, ens podria ocasionar que fos una estructura que és pugués tombar davant una força lateral de caràcter lleu. S'ha de pensar també que l'estàtua portaria uns fonaments, tot i així el disseny de l'estàtua s'ha de dimensionar i observar per el pitjor dels casos, i aquest és que no tingues fonaments.

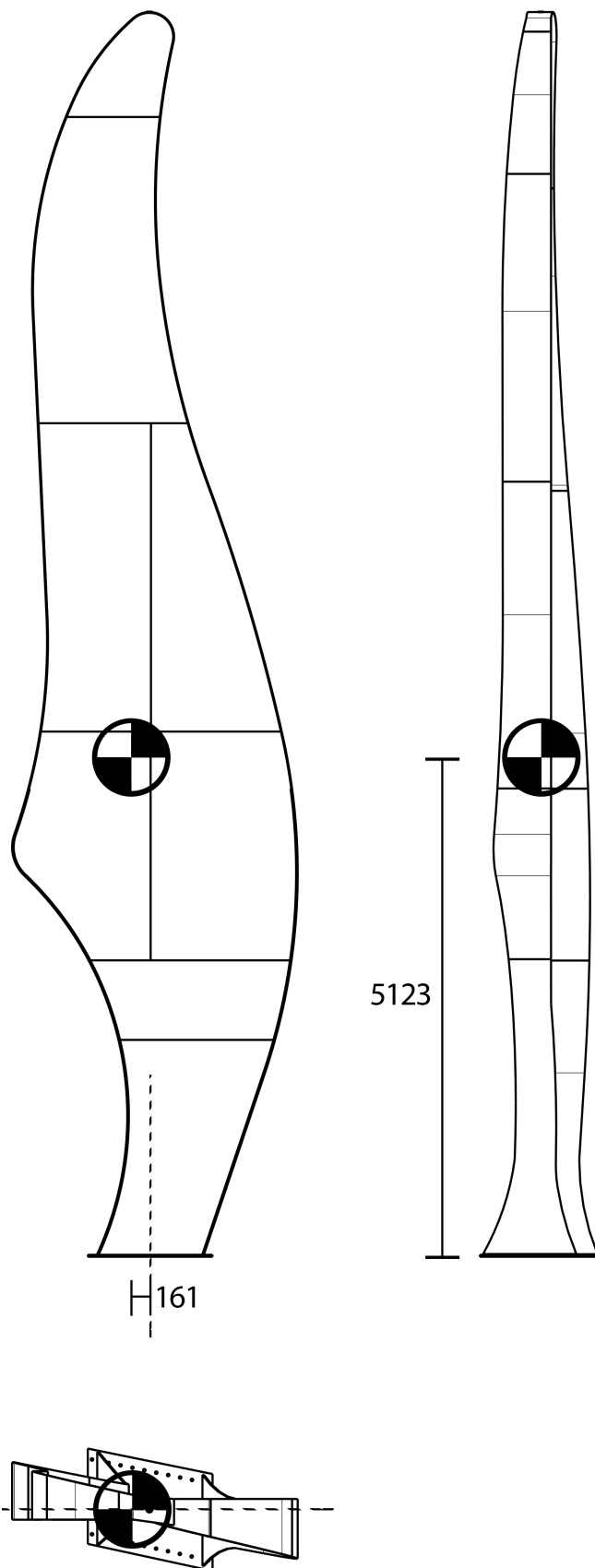


Fig. 2 : Posició del centre de gravetat de la Solució A

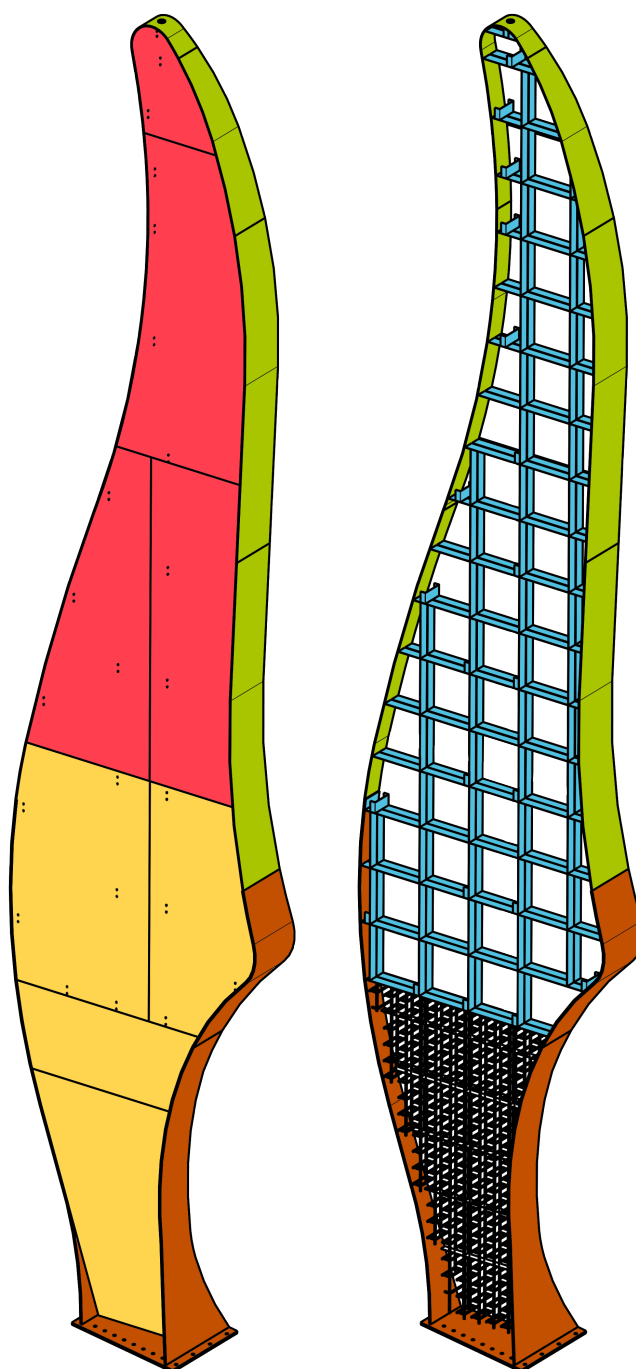
2.2.2 – Solució B

La segona proposta, es basa en fer baixar el centre de gravetat creant una armadura a la part inferior de l'interior de l'estructura, fent així una base més sòlida i consistent.

Els primers 3 metres (aproximadament) estarien formats per una malla quadrada, realitzada amb varetes com les que s'utilitzen en la construcció, varetes "rea" sortint de ambdues cares, aquestes plegades amb forma de "L".

Cada lateral inferior amb l'estructura esmentada de varetes, estaria acoblada i soldada conformant una caixa, que s'ompliria amb ciment, creant una base sòlida i pesada.

La part superior d'aquets 3 metres de l'estructura es mantindria igual que en l'altre proposta. En la figura podem observar el repartiment dels gruixos de xapa. (Fig.3)



- Gruix 1.5mm
- Gruix 2mm
- Gruix 4mm
- Gruix 8mm
- Gruix 15mm

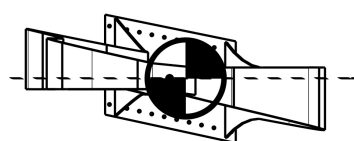
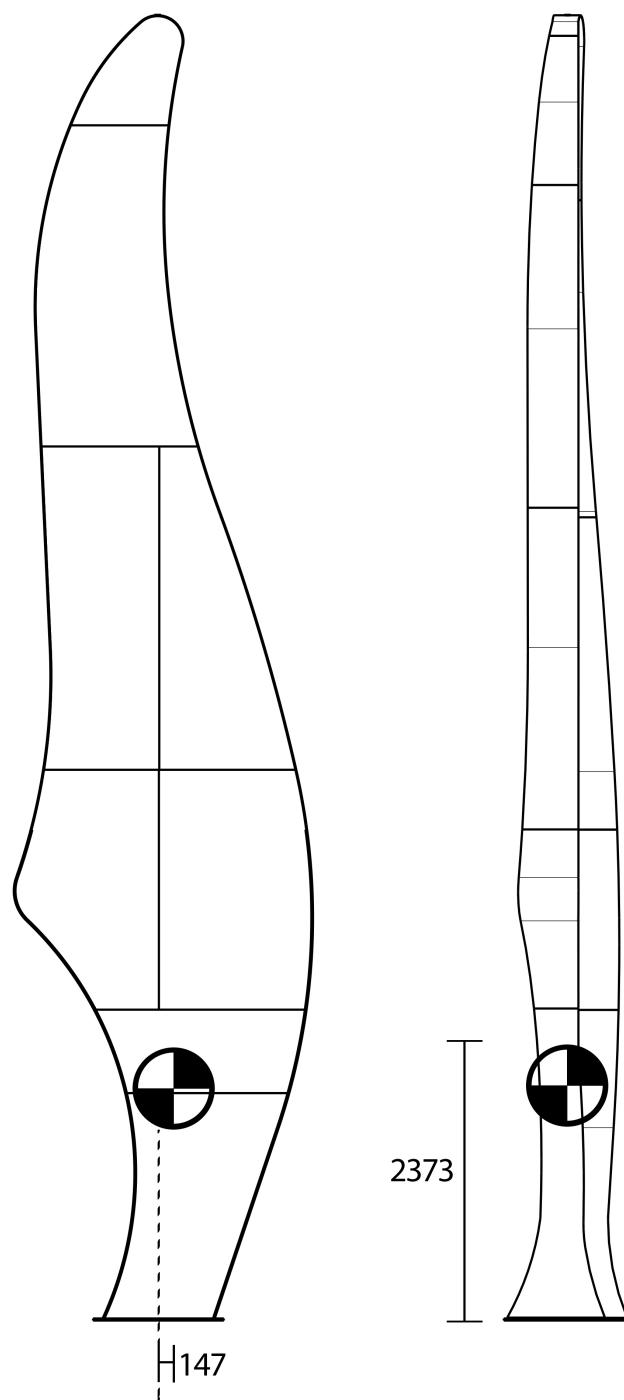
Fig. 3 : Repartiment de gruixos de xapa de la solució B

El repartiment esta pensat per posicionar el centre de gravetat a un nivell baix, molt més que el primer disseny. En aquest cas, més del 70% del pes es troba en els primers 3 metres d'altura (incloent-hi el ciment en el càlcul), podem confirmar inclús que l'estàtua es podria sostenir dreta per el seu propi pes.

En aquesta proposta ,el muntatge inicial ,és més complex, tot i que facilita el muntatge posterior, i el fet de afegir-hi les varetes, el ciment i el seu pertinent muntatge, fa que augmenti el preu de fabricació.

Aquesta estructura passa a ser una estructura híbrida, entre ciment i metall, aconseguint així reunir les millors característiques de cada material. Del ciment aconsegum destacar la seva capacitat d'unir elements creant una unió robusta, i el seu pes. Del metall aconsegum la seva facilitat per ser treballat i la seva capacitat de ser tractada amb acabats per afrontar adversitats meteorològiques.

El centre de gravetat en aquest cas el trobem centrat horitzontalment (aproximadament) i a una altura de 2827 mm, 2296 mm per sota de la anterior proposta.



Posició del centre de gravetat de la Solució b

2.2.3 – Solució Adoptada

La solució adoptada es la B. Els punts que porten a aquesta decisió han estat els següents:

- Centre de gravetat a menys distancia del sòl.
- Augment de pes.
- Estructura híbrida metall-ciment.
- Facilitat de muntatge (al tenir tant pes a la base, es podrà anar acoblant cap amunt, sense perill de tombar-se).

El muntatge estarà distribuït en 16 subconjunts, simètrics de dos en dos, que units formaran el producte final.

2.2.4 - Solució de fabricació

2.2.4.1 - L'envoltant

L'envoltant de l'estàtua, estarà formada per diferents gruixos de xapa, disminuint aquest en funció de l'altura que prengui. Els quatre trams més inferiors estaran compostos per xapa de 15mm de X.CORTEN-B S/EN 10155 (S 355 J2G2W), i la resta d'evolvent estarà fabricat en el mateix material però en gruix 8mm. Tal com es veu en el plànol 00400-00432 (*Annex 3.1 - Plànols*), es pot observar que l'envoltant tindrà un total de 11 peces. Les tapes frontals de l'estàtua estaran tallades a làser, per tan tindrem una precisió de la dècima de mil·límetre en el tall, mentre que l'envoltant, que s'hauria d'acoblar perfectament i cenyir-se a la forma de les tapes, estarà doblat manualment amb un cilindre hidràulic. Per tal d'assegurar i comprovar aquest procés es fabricarà un conjunt de plantilles per tal que l'operari encarregat de corbar-les sigui capaç en tot moment comprovar si s'està fent correctament. L'esquema de la col·locació de les plantilles es pot comprovar en el plànol "Plantilles envoltant".

2.2.4.2 - Muntants

Aquets subconjunts tenen tots un conjunt simètric, ja que el muntatge serà tipus “sandvitx”, es a dir que cada subconjunt anirà soldat i emparellat per un altre totalment simètric que haurà de casar perfectament. Els muntants aniran soldats entre ells gràcies a un tirants. Els tirants estaran distribuïts al llarg de tota la estàtua i aniran soldats interiorment en el subconjunts, gràcies a un colissos que es col·locaran en els conjunts simètrics per tal de poder soldar des de l'exterior un cop acoblat.

Els dos muntants 1, amb codi de plànol 00400-00352 i 00400-00352-S (*Annex 3.1 - Plànols*), estaran formats per les seves dues conseqüents tapes amb gruix 4mm i un patró de varetes rea soldades circularment. Les varetes rea estaran separades entre elles 150mm en ambdues direccions. Les varetes, amb codi de plànol 00400-00366 (*Annex 3.1 - Plànols*), estan doblegades amb un plec, per així tenir més consistència amb el ciment que les recobrirà.

La resta de muntants estaran formats per la tapa exterior corresponent, amb gruix 4 fins a assolir la altura de 3 metres, després el seu gruix passarà a ser de 2mm.. El patró interior de xapes tindrà una separació de 500mm en ambdues direccions i estaran soldades a les tapes amb cordons de 30mm cada 100 mm i en disposició Z per tal de no afectar a la forma de la tapa quan la soldadura es refredi. Aquest entramat interior té la finalitat de sumar resistència en sentit horitzontal a l'estàtua i evitar que es deformi per impactes del vent.

2.2.4.3 - Conjunt

Per tal de conformar el muntatge final, el primer que es farà serà soldar els dos primers muntants a la xapa base i soldar els dos primers envoltants corresponents. S'haurà de col·locar un tub de policlorur de polivinil centrat en l'estructura que surti concretament per sobre del ciment i acabi per sota de la base, de tal manera que estigui en contacte amb terra natural quan estigui l'estàtua col·locada . La funció d'aquest tub és la de evacuar el residu líquid que s'arribi a generar interiorment per la condensació.

Tot seguit s'omplirà el seu interior amb morter ràpid corresponent, que augmentarà el pes final amb ##XXX## mes. Aleshores, i sent aquest un dels motius per els quals s'ha escollit aquesta solució a la fabricació, es podrà muntar en ordre ascendent sense por a que caigui durant la fabricació. Tot i així es duran a terme fortes mesures de seguretat en quan a al subjecció del producte semi acabat per tal d'assegurar la

integritat dels operaris i instal·lacions. S'haurà de polir i assegurar el bon acabat superficial del producte abans de poder sortir de la planta on es fabricarà.

2.2.5 – Solució a l'acabat

Un cop l'estàtua estigui ja fora de la nau on es fabricarà, el primer que es farà abans de aplicar-hi l'acabat serà raspallar possibles incrustacions o imperfeccions de superfície que poden haver quedat rere la fabricació i netejar-lo amb dissolvent. Seguidament s'aplicarà una capa de pintura plàstica per tal de protegir el metall de les afeccions meteorològiques tals com la pluja.

El següent pas serà aplicar una capa d'imprimació per tal de assegurar la bona aplicació de la pintada final. El color final que s'ha escollit per l'estàtua, a dia d'avui, és el RAL 7005. Una tonalitat grisa escollida per el seu comportament envers la llum, sent un color seriós, que fa visible les formes de l'estàtua i que no generarà cap mena d'enlluernament o reflexa als voltants (dada important veient que va situada en una rotonda a prop de l'Eix Transversal).

2.2.6 – Solució a la implantació

El fonaments que aguantaran l'estàtua en la ubicació esmentada anteriorment, tindrà una forma rectangular tal com mostra el plànol amb codi Monument_fonament (*Annex 3.1 - Plànols*). Tindrà unes dimensions de 3 metres per 3 metres de base amb una profunditat de 1 metre. Aquestes dimensions fan que la base tingui un pes de 18,9 t. El qual col·loca el centre de gravetat a una altura inferior a la pròpia cota del terra, per el que quedaria el centre de gravetat enfonsat a terra.

Es farà el forat adequat i s'omplirà amb ciment, tot seguit es col·locaran les varetes reia, utilitzant la plantilla fabricada per la ocasió 00400-00442SLIM (*Annex 3.1 – Plànols, 00400-00442SLIM*). La plantilla esta preparada per ser ubicada mantenint l'orientació que l'artista va designar, mitjançant tècniques poka-yoke.

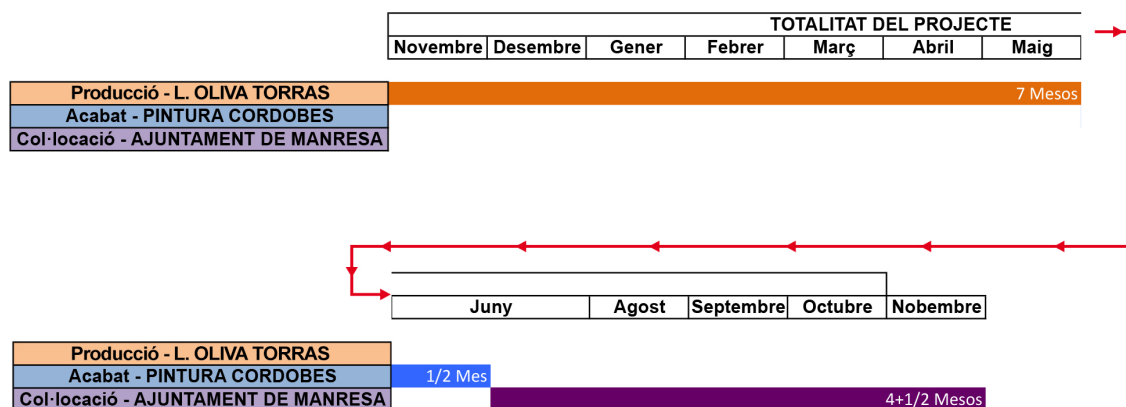
L'estàtua serà transportada al lloc del fonament i serà aixecada per la бага col·locada damunt seu on serà collada. L'últim pas serà desmuntar la бага i col·locar un tap de plàstic en substitució d'aquest.

2.3 – Planificació

La realització del projecte es durà a terme en 3 fases; Producció, Acabat i Col·locació. La planificació ha estat dividida d'aquesta manera en conseqüència amb les empreses que hi participaran.

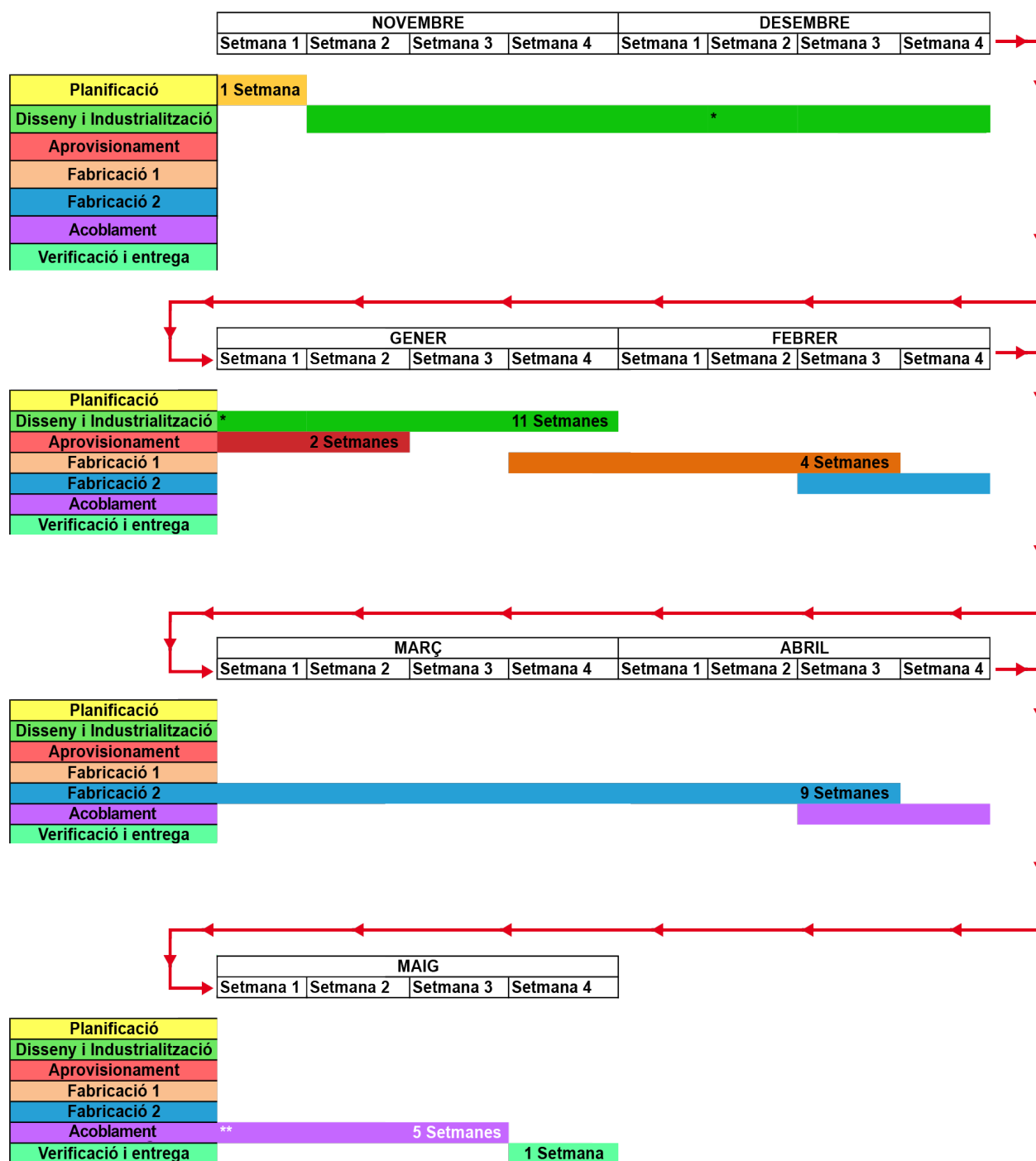
El bon seguiment i compliment de la planificació és el terme clau pel desenvolupament del projecte.

La planificació global d'aquest projecte es la següent.



El temps de producció serà de 7 mesos, en aquest interval es compren tot el procés des de que l'artista entrega l'esbós de l'obra a l'oficina tècnica fins que l'estàtua surt de l'empresa. L.Oliva Torras s'encarregarà del disseny de la industrialització, la fabricació, la verificació i el transport d'aquesta fins arribar a l'empresa que impartirà el tractament. El seguiment com a enginyer de la fabricació de l'estàtua així com a garantir de la seva qualitat en tots els aspectes a superar, resideix en supervisar sobretot aquesta primera part.

2.3.1 - Producció – L.OLIVA TORRAS



*=Punt on el client i l'artista visitaran la fabrica per a comprovar l'estat de l'obra.

**=Prova de líquids de soldadura. Test per comprovar si la soldadura penetra bé en les escletxes on se li ha aplicat. Aquesta prova es du a terme mitjançant un líquid penetrant i

aplicant mes tard un reactiu. Si el líquid penetrant reacciona amb el reactiu, significa que hi ha presència de porus. En cas de que existeixin porus en les soldadures implica que s'haurà de repetir la unió.

Planificació

Comprèn des de la primera presa de contacte amb el sol·licitant fins que s'estableixen tot el llistat de tràmits i passos, així com la programació a seguir.

Disseny i Industrialització

És en aquest punt on residirà la vertadera importància i responsabilitat del projecte. El disseny començarà amb l'entrega de l'esbós per part de l'artista de l'obra a realitzar. El següent pas serà el de modelitzar l'esbós a CAD i mostrar a l'artista i al client la forma des de la qual es partirà per començar el dimensionament físic. S'imprimirà també, mitjançant una impressora en 3d de plàstic ABS, la forma aconseguida per intentar una percepció més bona de la forma. (*Veure Annex 3.5*)

Tot seguit, es plantejaran solucions mecàniques a l'estructura adoptant una d'elles com a definitiva. Un cop assignada una solució estructural, es procedirà amb el dibuix assistit per CAD d'on sortiran els programes i ordres de fabricació pertinents per fabricar el especejament que compon l'obra.

Aprovisionament

Es la planificació de compra de material pel taller necessari per poder començar a fabricar, així com la previsió de tot el que es farà servir al llarg del projecte procurant que sempre existeixi estoc del que es necessita. Comença en el punt en que el projectista té assegurat i dimensionat correctament el disseny de més del 40% de l'obra.

Fabricació 1

Comprèn el procés de fabricació de tot l'especejament de l'estàtua. On s'inclou tallar a làser les peces, marcar numèricament les que ho precisin i corbar les pertinents.

Fabricació 2

És l'etapa en la qual s'acoblen els subconjunts que formaran l'estructura final

Acoblament

Punt on s'acoblen tots els subconjunts soldant-los, conformant així l'estructura definitiva

Verificació i entrega

Després dels processos de fabricació, el producte serà verificat. Es verificaran les soldadures i les dimensions. Es calcularà el pes per tal d'assignar el transport i la via per on fer-ho.

2.3.2 – Acabat – PINTURA CORDOBÉS.

Aquest participant en el projecte serà l'encarregat de aportar l'acabat a l'obra. La seva planificació serà la següent:

JUNY				
	Setmana 1	Setmana 2	Setmana 3	Setmana 4
Preparació	1 Setmana			
Tractament	1 Setmana			
Acabat			1 Setmana	

La preparació

Rere la arribada de l'estàtua des de les instal·lacions del fabricant es necessita aquesta preparació per tal de que els tractament s'adhereixi de forma correcta. Comprèn el raspallat de imperfeccions i la neteja del mateix.

Tractament

Al ser una estàtua d'exterior estarà sotmesa a efectes d'humitat i pluja. El tractament estarà format per una capa de pintura plàstica que la farà invulnerable a aquets efectes. Seguidament serà aplicada una capa d'imprimació per tal de garantir la perfecte adhesió del acabat.

Acabat

L'estàtua, per requisits del client, ha d'anar pintada. El color serà el RAL 7005, una tonalitat grisa típica dels forjats. L'aplicació de la pintura i assecat comportarà una setmana.

2.3.3 – Implantació – Ajuntament de Manresa

Un cop l'estàtua estigui pintada, serà dirigida al magatzem municipal de l'Ajuntament de Manresa. El següent pas el la pròpia col·locació de l'estàtua, que se'n encarrega el servei d'obres de l'ajuntament. La planificació per aquesta operació és la següent:

2013	
Preparació del terreny	1 Setmana
Implantació	1 Setmana

En la línia de temps s'indica l'any en el que estem doncs segons la operativa planejada, es vol col·locar la estàtua de nit, just la nit anterior a la inauguració del nou CTM. Així doncs, es indeterminat el mes en que s'implantarà l'obra.

El temps per la preparació i la implantació de l'estàtua ocuparan una setmana.

2.4 – Càlculs

Les afeccions que podrien que podrien malmetre o afectar a la estabilitat o seguretat de la estàtua es redueixen a dues. Una és el vent i la força que aquest pugui ocasionar, en els pitjors dels casos, perpendicularment a una de les cares frontals. L'altre afecció és un xoc. Una col·lisió directa no és un fet massa extraordinari tenint en compte que es troba en una rotonda en mig d'una avinguda llarga i ample. Els càlculs i xifres mes generals (pes, centre de gravetat, ...) no seran inclosos ja que seran extretes directament del programa CAD en qüestió.

Els càlculs seran realitzats tenint en compte el CTE (*Codi tècnic d'edificació*)

2.4.1 - Càlcul pressió del vent

Pressió estàtica del vent

La pressió estàtica del vent es la pressió a la que un cos es sotmès per la acció perpendicular en un punt o superfície pel vent. La seva expressió es tal com es veu en l'equació 1

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p \quad (\text{Eq.1})$$

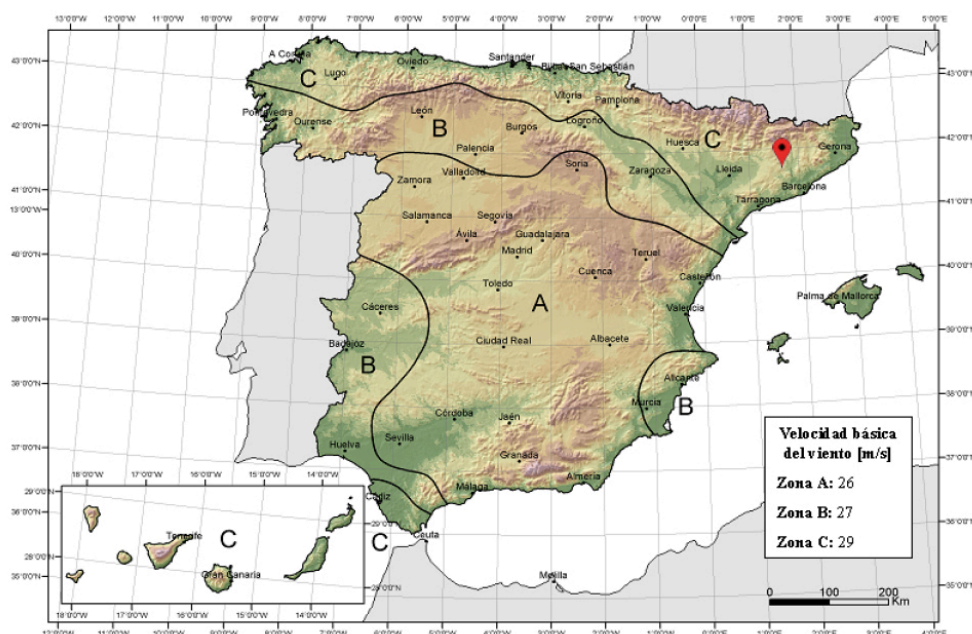
Coneixent que:

q_b : és la pressió dinàmica del vent, que ve determinada per la posició geogràfica on es realitzi el càlcul, i és calculada tal com indica l'equació 2.

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot V_b^2 \quad (\text{Eq.2})$$

δ : És la densitat de l'aire. Aquesta es considera que té un valor de 0,0098 KN/m² en tota la península ibèrica.

V_b : És el valor bàsic de la velocitat del vent. Segons el codi CTE ens trobem en la franja C, per tant hem de adoptar un valor de 29m/s o bé 104,4 km/h.
(Veure Fotografia 27)



Fotografia 27. Detall de la variació del coeficient V_b en funció de la localització (CTE)

Ce : és el coeficient d'exposició i va en funció del grau d'esperança de la zona. En el nostre cas, tal com es pot veure en la taula ens trobem en una situació III a 12 metres d'altura (altura de l'obra), Zona rural accidentada o plana amb alguns obstacles aïllats com arbres o construccions petites, per tant adoptarem el valor de 2,5. (Veure Taula 1)

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Taula 1: Valors del coeficient d'exposició en funció de l'esperança de la zona (CTE)

C_p : És el coeficient eòlic, depèn de la forma i orientació de la superfície respecte al vent. Esta compost per un Coeficient de pressió i un coeficient de succió, tal com es veu en la taula ens trobem en una situació de 1.00, per tant

el coeficient de pressió serà de 0,8 i el de succió de -0,5, donant un total de $C_p = 1,3$. (Veure Taula 2 i fotografia 28)

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

Taula 2: Valors del coeficient eòlic en funció de la orientació del vent.

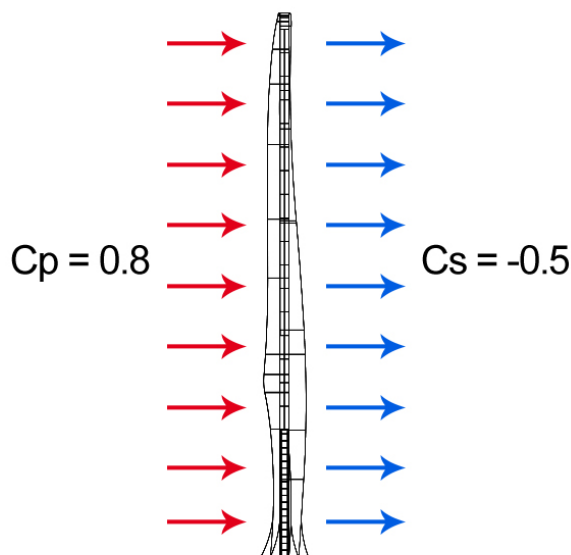


Figura 5: Detall del comportament de C_p i C_s , coeficient de Pressió i Coeficient de Succió respectivament

Càlcul

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot V_b^2$$

$$q_b = 0,5 \cdot 0,0098 \text{ KN/m}^2 \cdot 104,4(\text{k/h})^2 = \mathbf{53,4 \text{ KN/m}^2}$$

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

$$q_e = 53,4 \text{ KN/m}^2 \cdot 2,5 \cdot 1,3 = \mathbf{173,57 \text{ k/m}^2}$$

Càlcul Àrea:

El càlcul de l'àrea s'ha trobat amb el sumatori d'àrees de una de les cares, un total de 8 peces. Es pot comprovar la peça corresponent buscant el seu codi en els plànols. (Veure annex 3.2)

Índex Fig.XX	Codi peça	Àrea (m2)
1	000400-00390	0,67346
2	000400-00391	3,49679
3	000400-00369	3,05261
4	000400-00368	2,46410
5	000400-00359	2,35574
6	000400-00360	3,00201
7	000400-00422	1,29415
8	000400-00353	2,32736
		18,66626

$$A = 18,66\text{m}^2$$

Càlcul de la Força

$$F = A \cdot \rho$$

$$F = 18,66 \cdot 173,54 = \mathbf{3238,25 \text{ N}}$$

2.4.2 - Càlcul Moment de Força

Es calcula el moment flector M i el moment flector de seguretat M_c , afegint un 50% del mínim, de l'estàtua enfront el vent. La distància d , serà la meitat de l'altura total. Inclourem un coeficient de majoració de 1.5, Y .

$$M = F \cdot d$$

$$d = \frac{1}{2} \cdot \text{Altura màxima.}$$

$$M = 3238,25 \cdot 6 = \mathbf{19429,53 \text{ m-k}}$$

$$M_c = M \cdot Y$$

$$M_c = 19429,53 \cdot 1,5 = \mathbf{29144,3 \text{ m-k}}$$

2.4.3 - Càlcul del moment flector

Segons el codi CTE la tensió de límit elàstic per un acer com el que s'utilitza en el projecte és de 275 N/mm^2 i la seva tensió a la ruptura és de 410 N/mm^2 (veure taula3)

Tabla 4.1 Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico $f_y \text{ (N/mm}^2\text{)}$			Tensión de rotura $f_u \text{ (N/mm}^2\text{)}$	
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

Taula 3 : Tensions al límit elàstic i a la ruptura dels acers UNE EN 10025 en funció del seu gruix.

Per comprovar que el nostre disseny no interfereix cap rang de ruptura, buscarem els moments d'inèrcia a diferents altures amb les conseqüent secció.

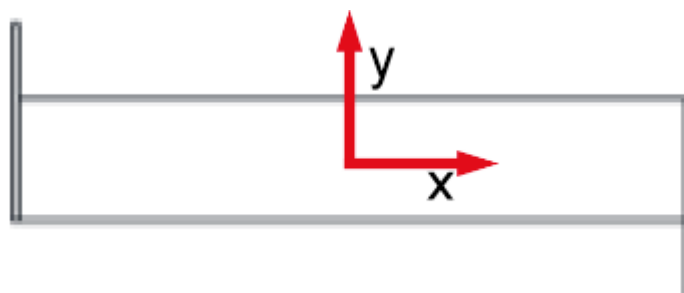


Figura 6: Detall de la direcció del càlcul en la secció

Coneixent la següent expressió del moment flector:

$$M_f = M_c / I_{yx}$$

On:

M_f = Moment flector que no podrà superar en cap moment els valors imposats per el codi CTE.

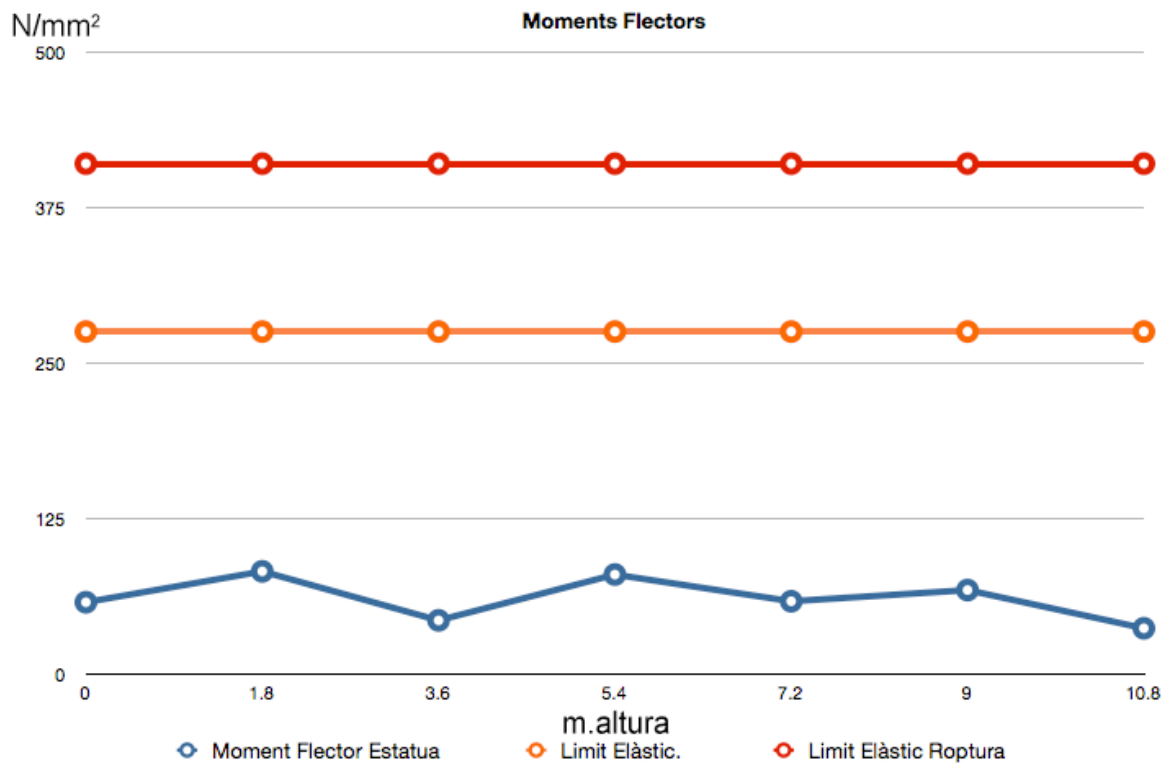
M_c = Moments trobat anteriorment amb coeficient de majoració de 1,5.

I_{yx} = Moment d'inèrcia a partir de la secció de l'estàtua

Es busquen diferents moments flectors a diferents altures i es gràfica els moments que apareixen amb els límits esmentats.

Altura (m)	Moment d'inèrcia en eix X (kg/m ²)	Moment d'inèrcia eix Y (kg/m ²)	Wxy(k/cm ²)	Mf(N/mm ²)
0	253922	806058	5078,44	57,38770174
1.8	70895	952936	3544,75	82,21736371
3.6	136186	317920	6809,3	42,80028784
5.4	73178	1955911	3658,9	79,65235453
7.2	50095	996765	5009,5	58,17746282
9	21691	514512	4338,2	67,17993638
10.8	15991	33008	7995,5	36,45050341

Taula 4 : Valors obtinguts de l'estàtua



Gràfica 1 : Moments Flectors de l'estàtua en comparació a el que poden suportar legalment.

Tal com es pot observar, en cap moment l'acer és forçat fins a la línia taronja, que indica límit elàstic. Si s'arribés a un moment de 275 N/mm² l'acer es deformaria i no tornaria al seu estat inicial, i si superes un moment de 410 N/mm² l'acer es trencaria. Podem veure que el moment màxim al que s'arriba és de 82 N/mm² enfront a 275 N/mm² que podríem considerar perillosos, estem davant un coeficient de seguretat de 3,35 (havent deixat en els càlculs anteriors un altre de 1,5)

2.4.4 - Càlcul resistència dels cargols.

En aquest apartat es calcularà la força que ha de exercir els cargols per suportar el moment M_c trobat amb anterioritat.

L'estructura en partícula compta amb una base amb 14 cargols, disposats a banda i banda en una matriu simètrica. (Veure figura 6)

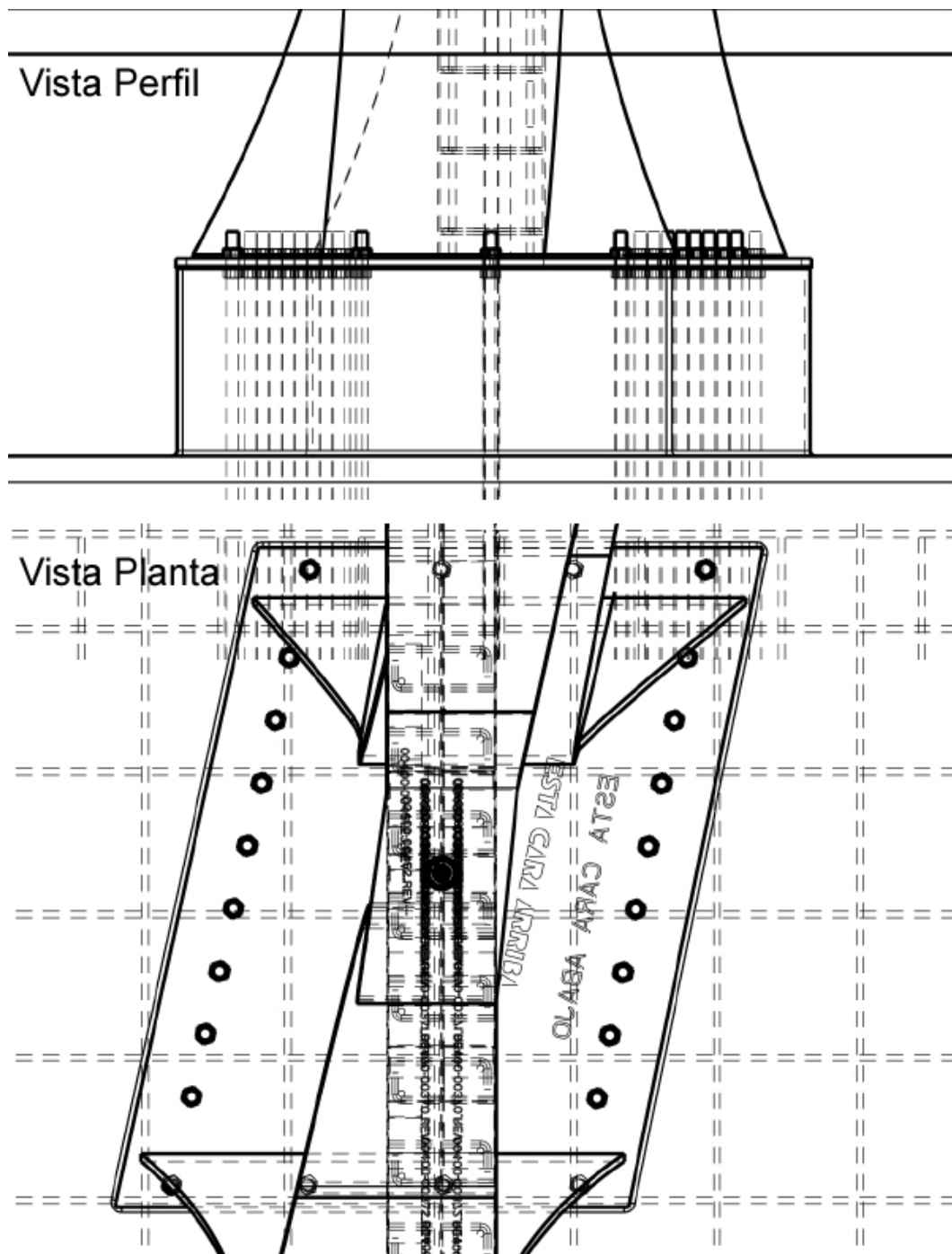


Figura 7 : Disposició dels cargols

El moment actuarà per una de les dues bandes, ja que es el que la inèrcia marca. (Veure Figura 7)

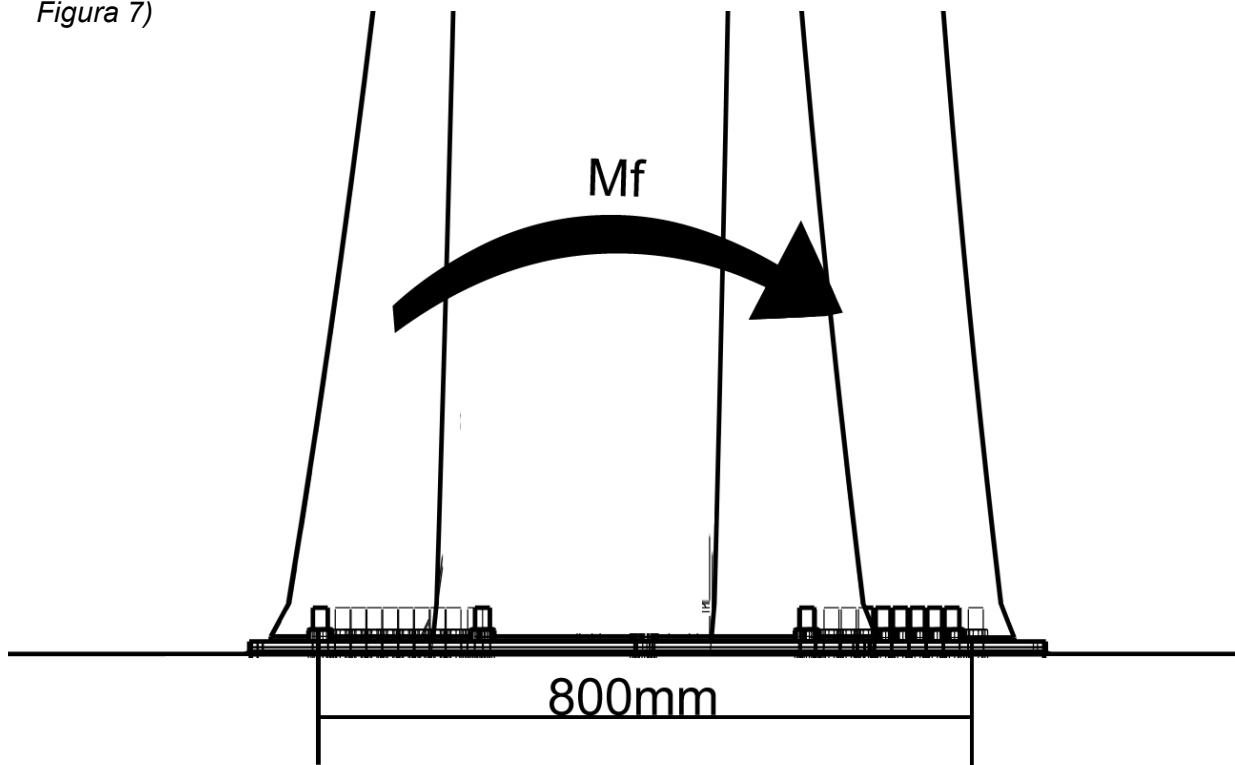


Figura 8 : Moment sobre la cargolera

Coneixent que:

Força:

$$F = M_f / d$$

$$F = 29144 / 0,8 = \mathbf{36430 \text{ kg a tracció}}$$

Secció del Cargol:

$$S = r^2 \cdot \pi / 4$$

$$S = 162 \cdot \pi / 4 = \mathbf{201 \text{ mm}^2}$$

Ara, coneixent que és un acer de la categoria 8.8 (*Veure taula 4*), podem veure que el coeficient de tensió elàstic màxim que el podríem fer treballar en condicions òptimes és a 64kg/mm^2 .

Tabla 4.3 Características mecánicas de los aceros de los tornillos, tuercas y arandelas

Clase	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)	240	300	480	640	900
Tensión de rotura f_u (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

Taula 5 : Característiques d'acers per cargolaria, CTE

Força màxima per cargol:

$$F_{\text{màx.cargol}} = 200\text{mm}^2 \cdot 64\text{k/mm}^2 = \mathbf{12864 \text{ kg.}}$$

Anteriorment hem vist que el valor en quilos que l'estàtua generaria (afegint-hi tots els coeficients de seguretat ja imposats) era de 36000 Kg.

Kg totals / Kg suporta 1 cargol = cargols necessaris

$$36000 \text{ kg} / 12864 \text{ kg} = 2,79 \rightarrow \mathbf{3}$$

Amb 3 cargols l'escultura aguantaria. Se'n ha col·locat 14. Tenim un factor de seguretat en els cargols de 4,6.

2.4.5 - Càlcul de la resistència del terreny

El terreny ha de ser capaç de aguantar el pes de l'estàtua sense que aquesta es mogui. Es busca la tensió de treball de l'estàtua tenint en compte els ciments que hem planejat fer, de 3m x 3m x 1m. (Veure Figura 8)

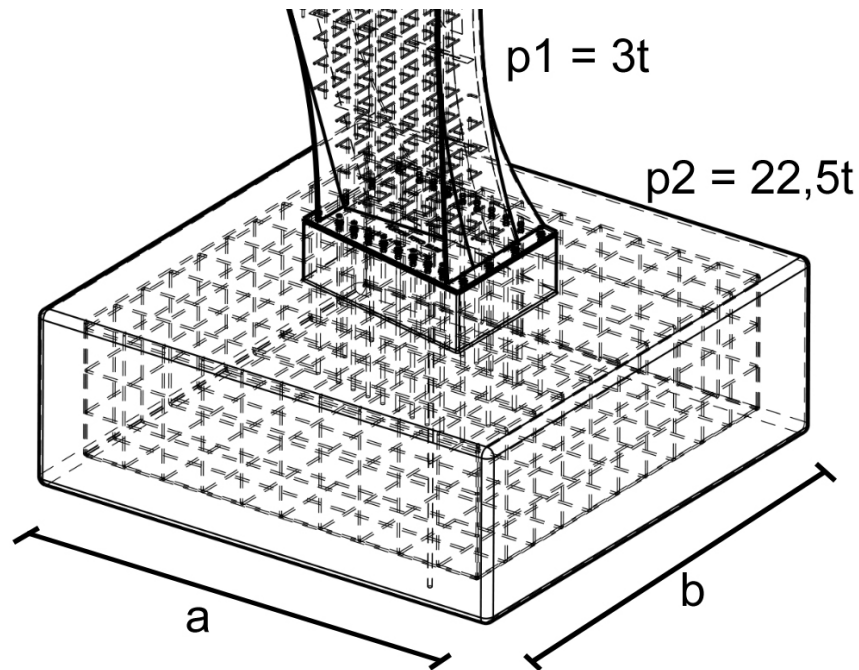


Figura 9 : Deducció de les variables

Tensió de treball del terreny

$$\sigma_t = \frac{(p1+p2) \cdot C_m}{(a \cdot b)} + \frac{6 \cdot M_c}{(a^2 \cdot b)}$$

$$\sigma_t = \frac{(3+22,5) \cdot 1,6}{300 \cdot 300} + \frac{6 \cdot 29144}{300^2 \cdot 300}$$

$$\sigma_t = 1,1 \text{ kg/cm}^2$$

Obtenim un resultat de 1,1 Kg/cm² en front a 2,3 Kg/cm² que ens ofereix la terra que es troba en la zona. Això en dona un factor de seguretat de tensió de terres de 2.

2.4.6 - Càlcul de condició d'estabilitat

Aquest càlcul ens donarà la informació per poder garantir que l'estàtua no es desequilibrarà. Aquest serà correcte si el moment generat per l'estàtua és inferior al del seu pes multiplicat per la meitat de la secció total dels ciments (*Veure figura 8*)

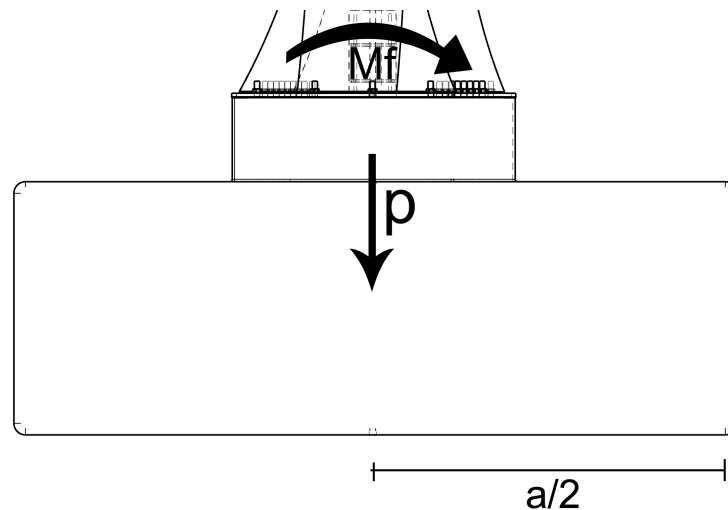


Figura 10 : distribució del càlcul d'estabilitat

$$M_f \leq (p) \cdot a/2$$

$$29144 \leq (3000+22000) \cdot 3/2$$

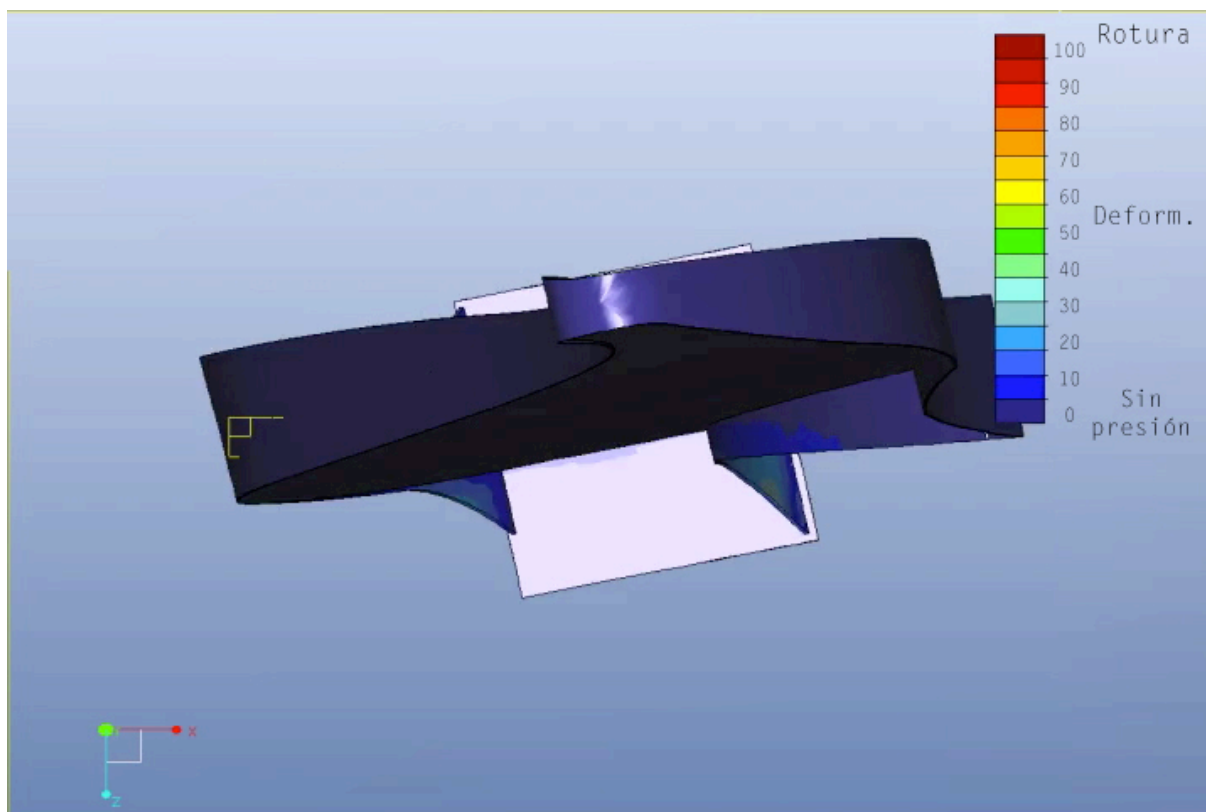
$$29144 \text{ kg/m} \leq 37500 \text{ kg/m}$$

El càlcul de la condició d'estabilitat ens dona un factor de seguretat de 1,3

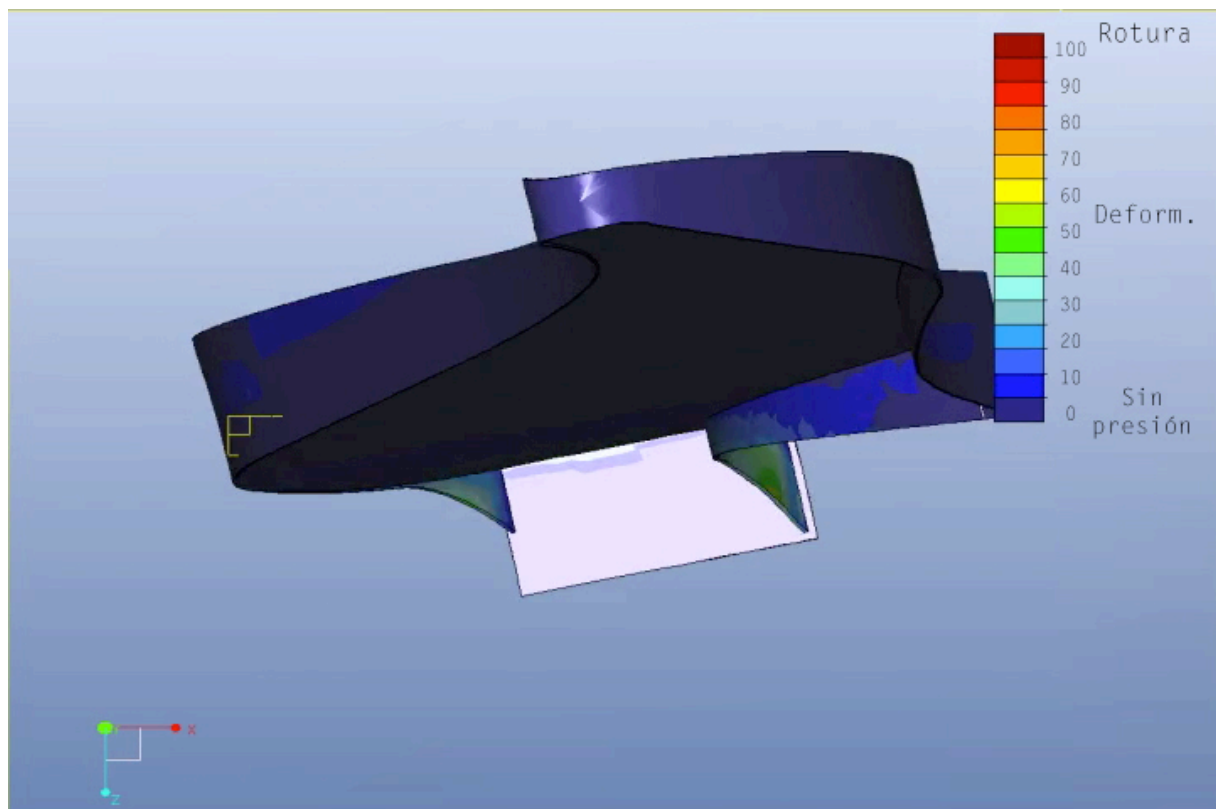
2.4.7 - Càlcul en condicions extremes

Aquests càlculs fan una suposició de condicions altament extraordinàries on l'únic que es busca es conèixer els límits estructurals de la mateixa. Aquests son realitzats mitjançant el model dibuixat a CAD i carregat un mòdul d'elements finits i configurat exclusivament per afeccions temporals d'aquesta mena. La suposició es va concebre rere observar que a condicions ordinàries no apareixia cap tensió remarcable.

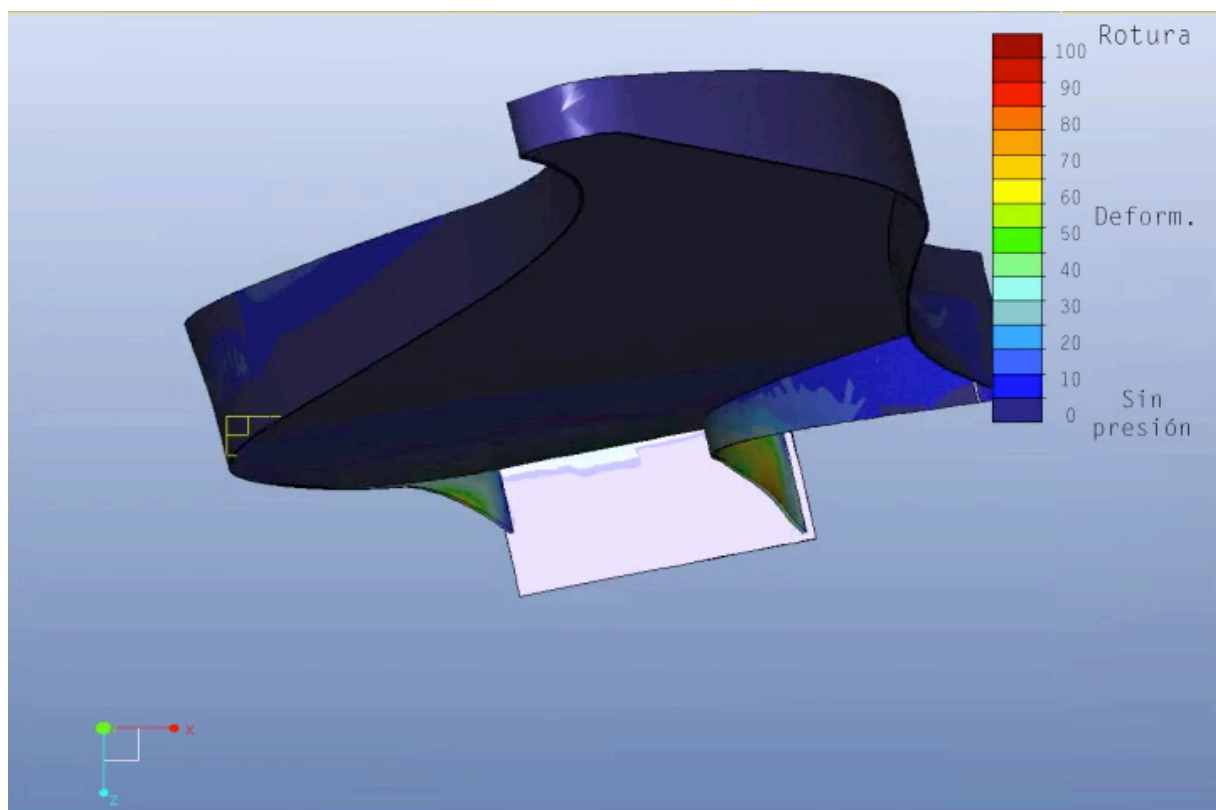
- Suposició:
 - Vent Perpendicular a les cares planes de l'estructura a 400Km/h.
 - Estrebades ocasionades per el mateix vent per ambdues cares amb una acceleració de 10G.



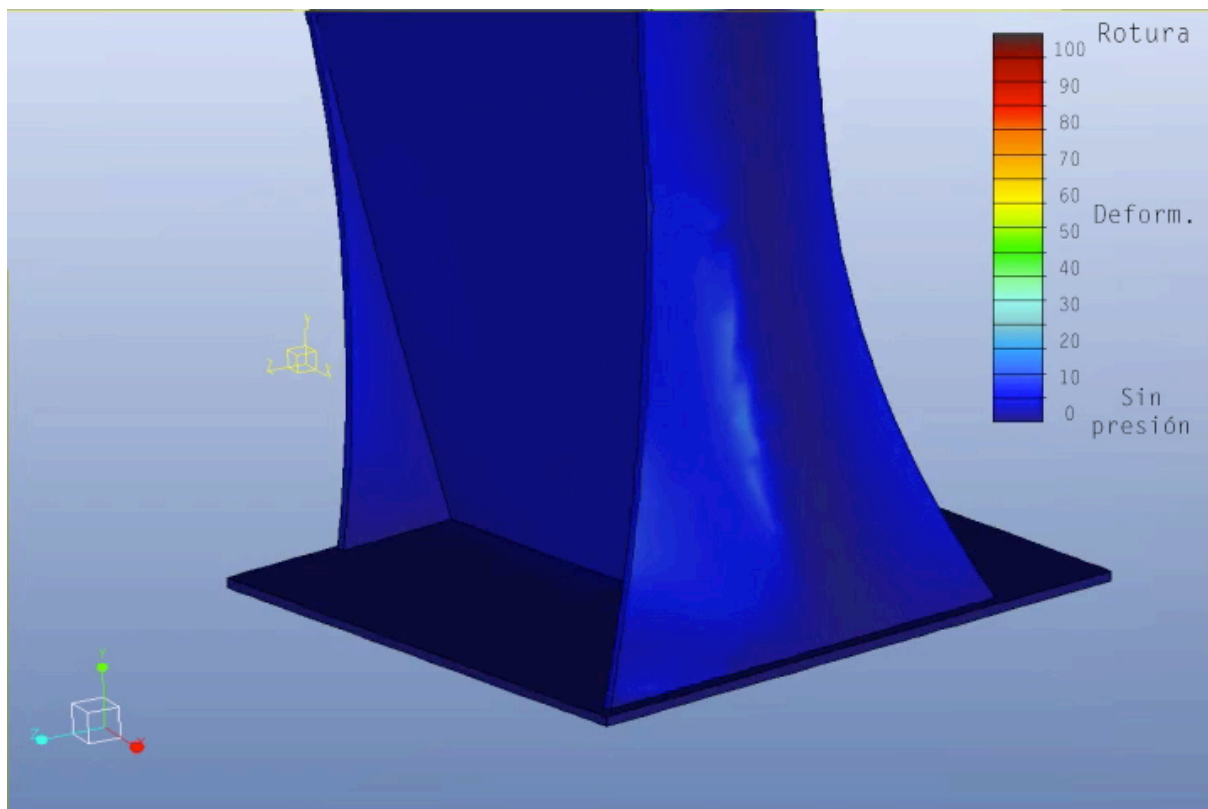
Fotografia 28 : Punt de vista nº1, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió aplicada.



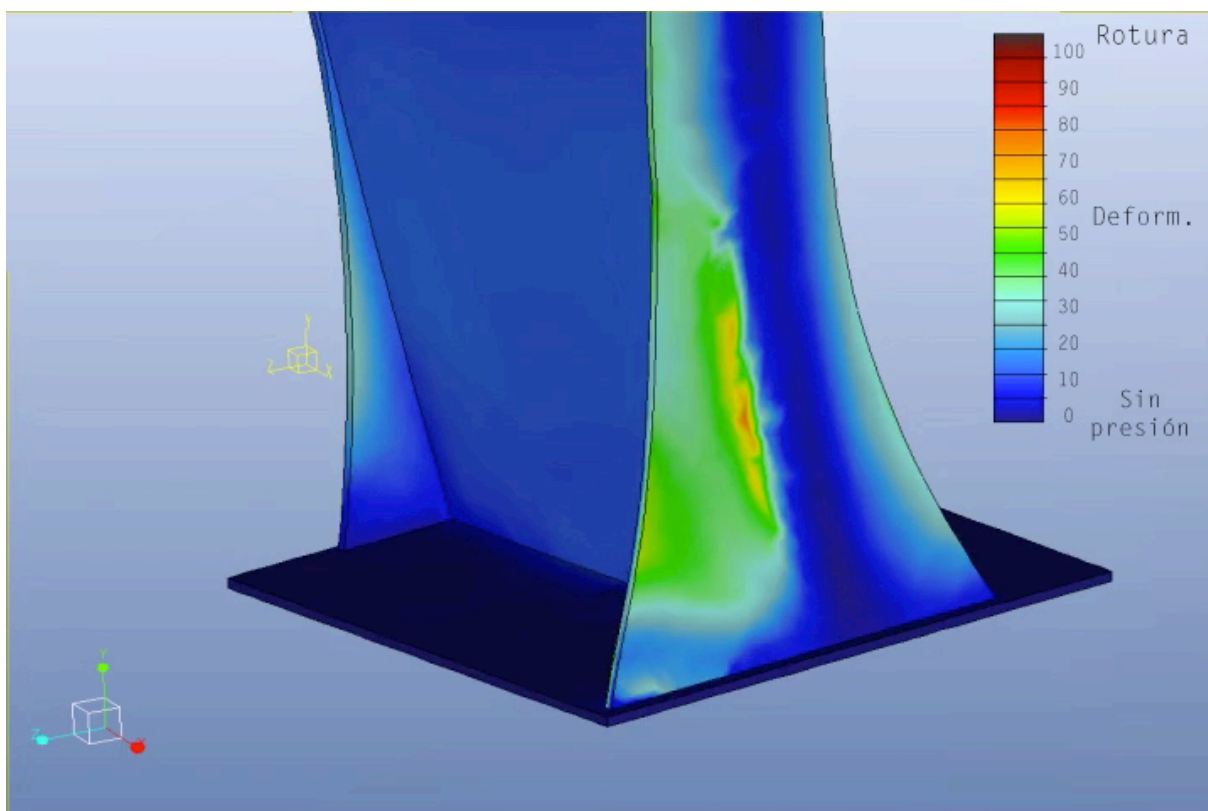
Fotografia 29 : Punt de vista nº1, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



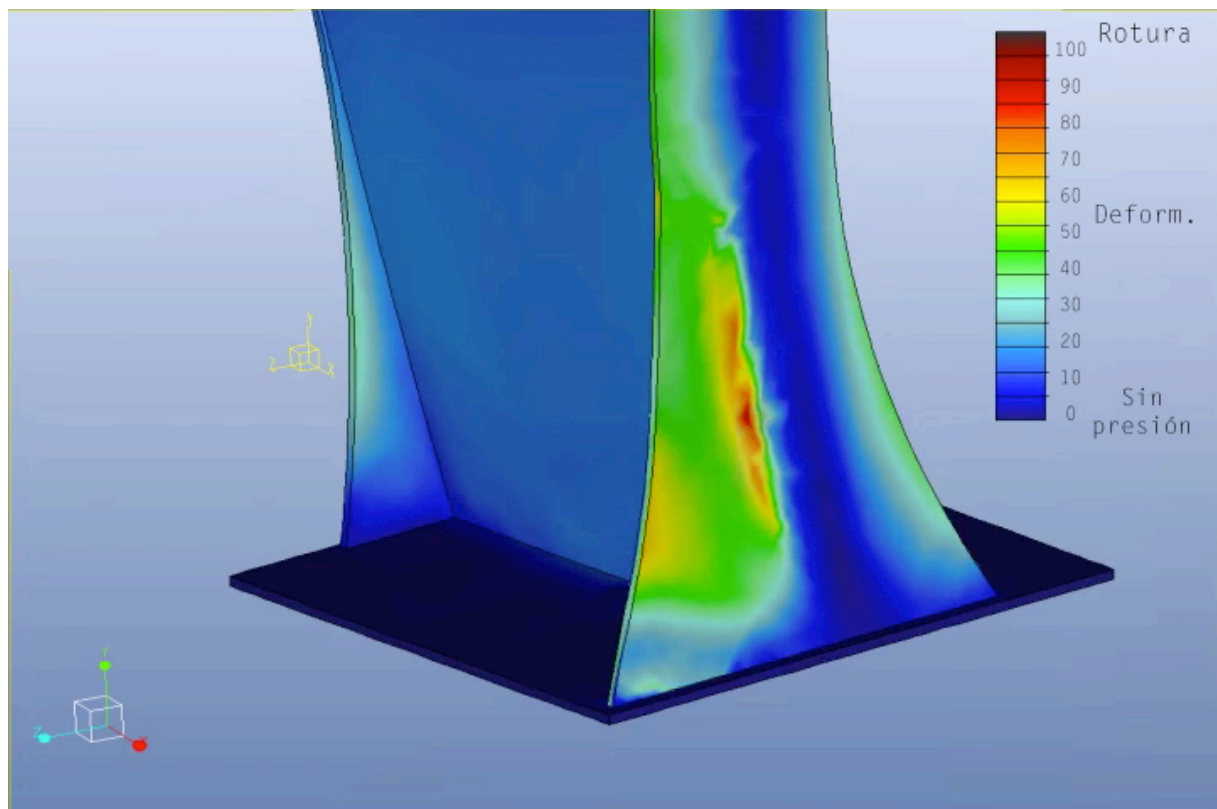
Fotografia 30 : Punt de vista nº1, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



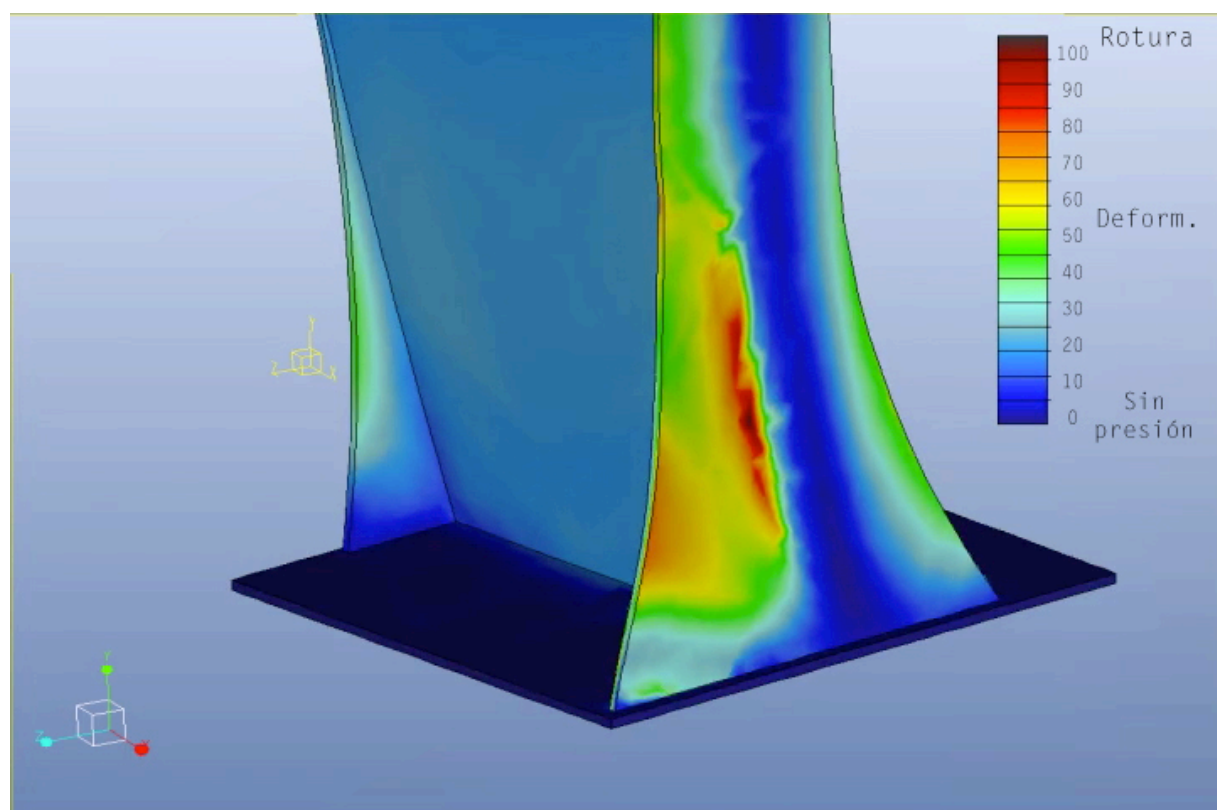
Fotografia 31 : Punt de vista nº2, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



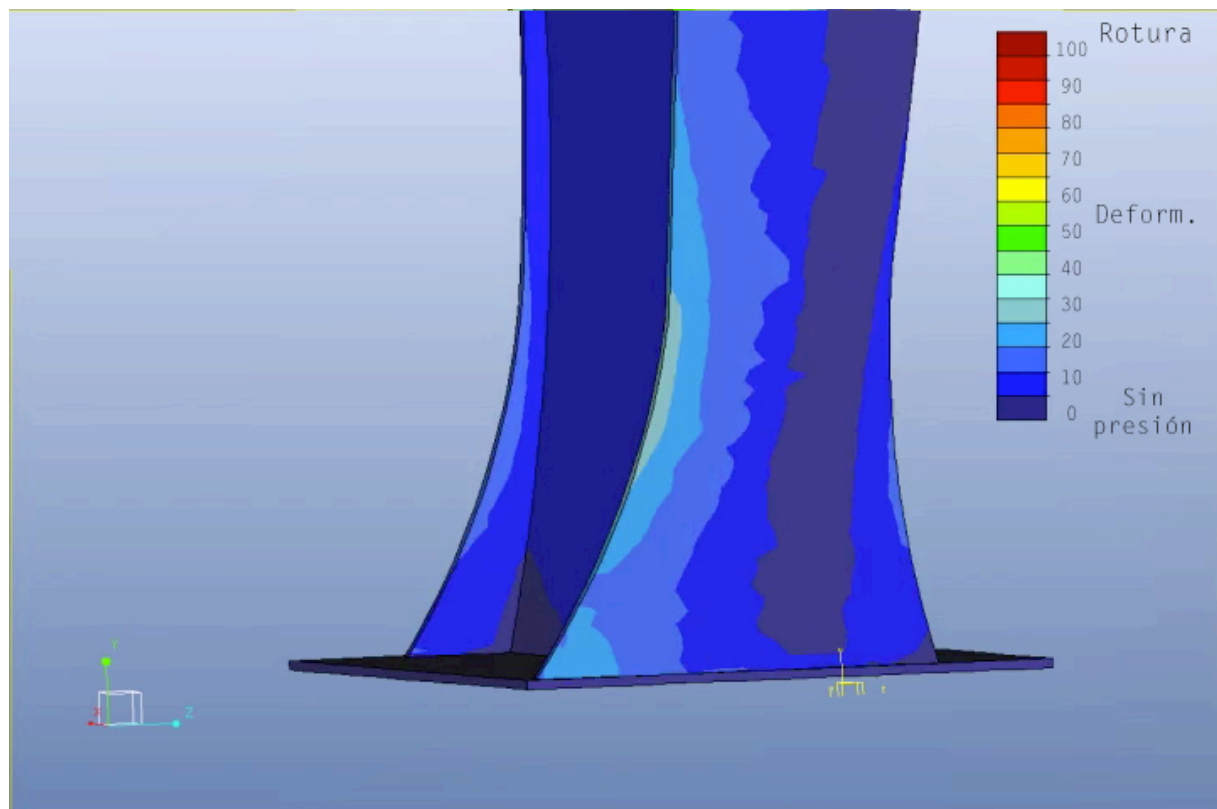
Fotografia 32 : Punt de vista nº2, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



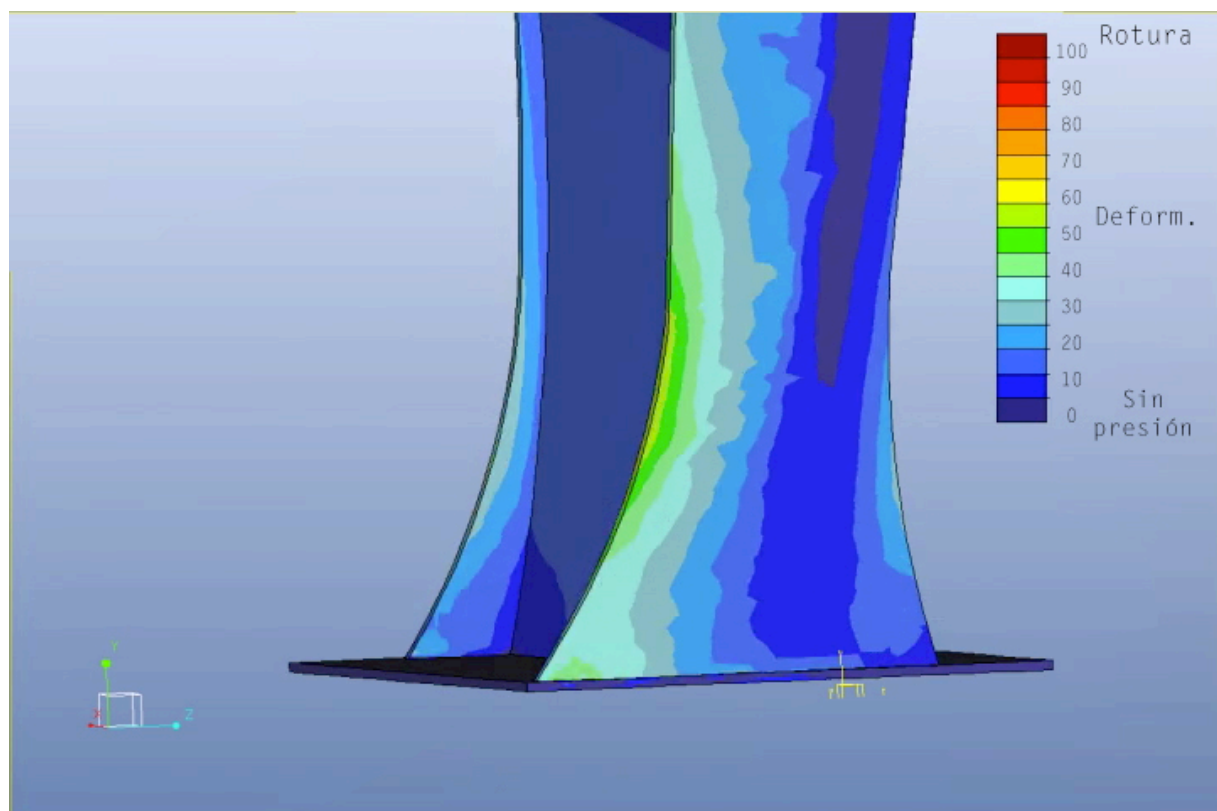
Fotografia 33 : Punt de vista nº2, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



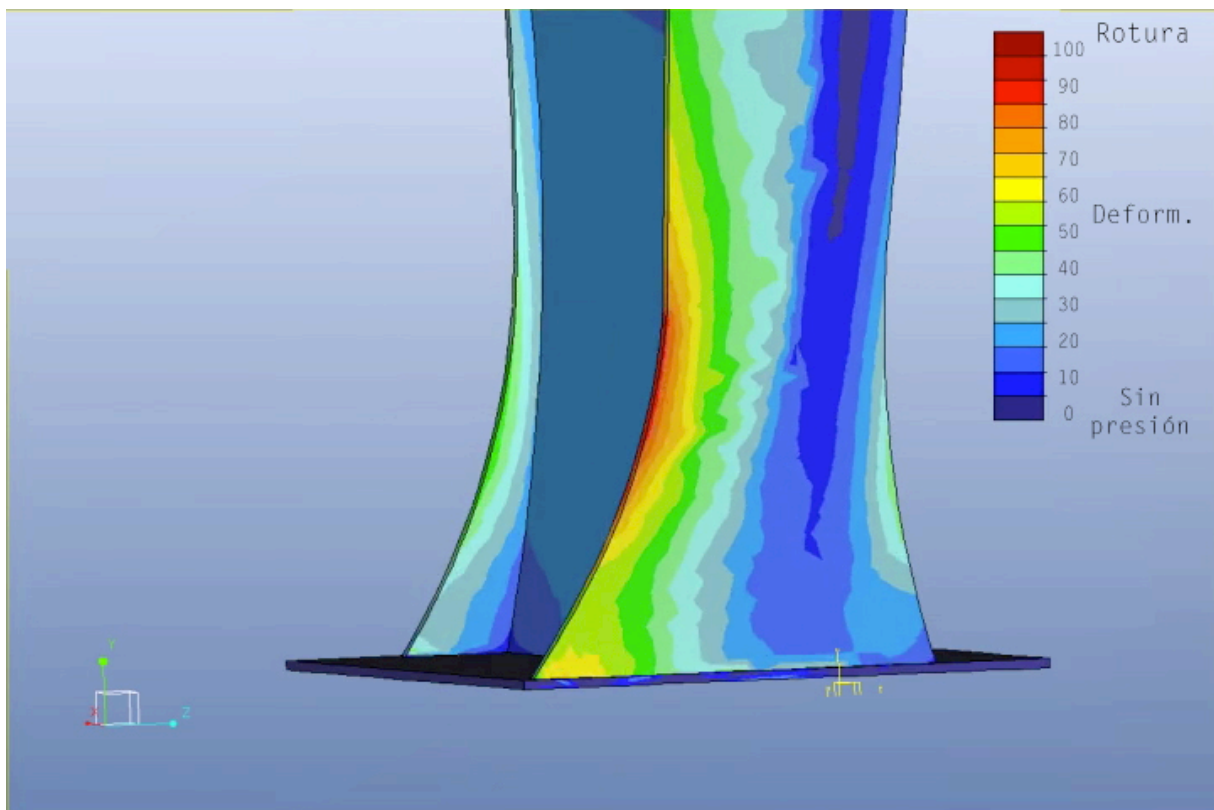
Fotografia 34 : Punt de vista nº2, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



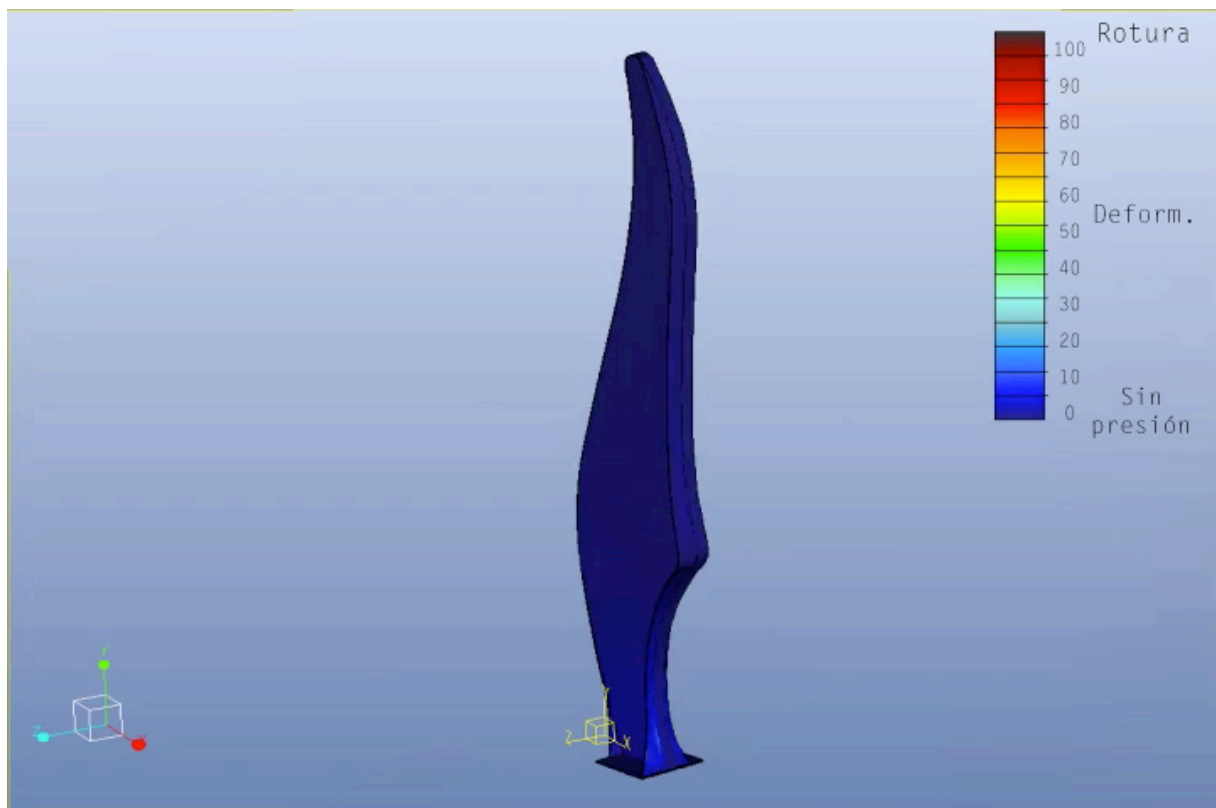
Fotografia 35 : Punt de vista nº3, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



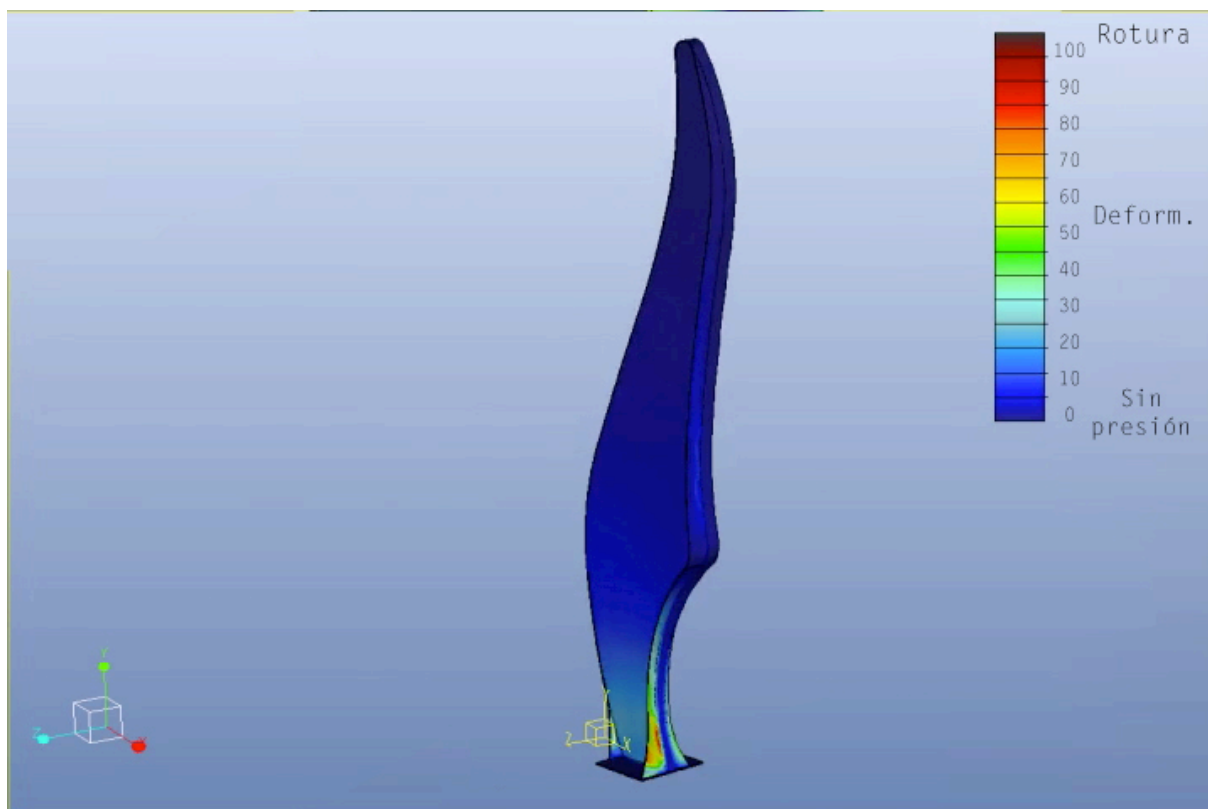
Fotografia 36 : Punt de vista nº3, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



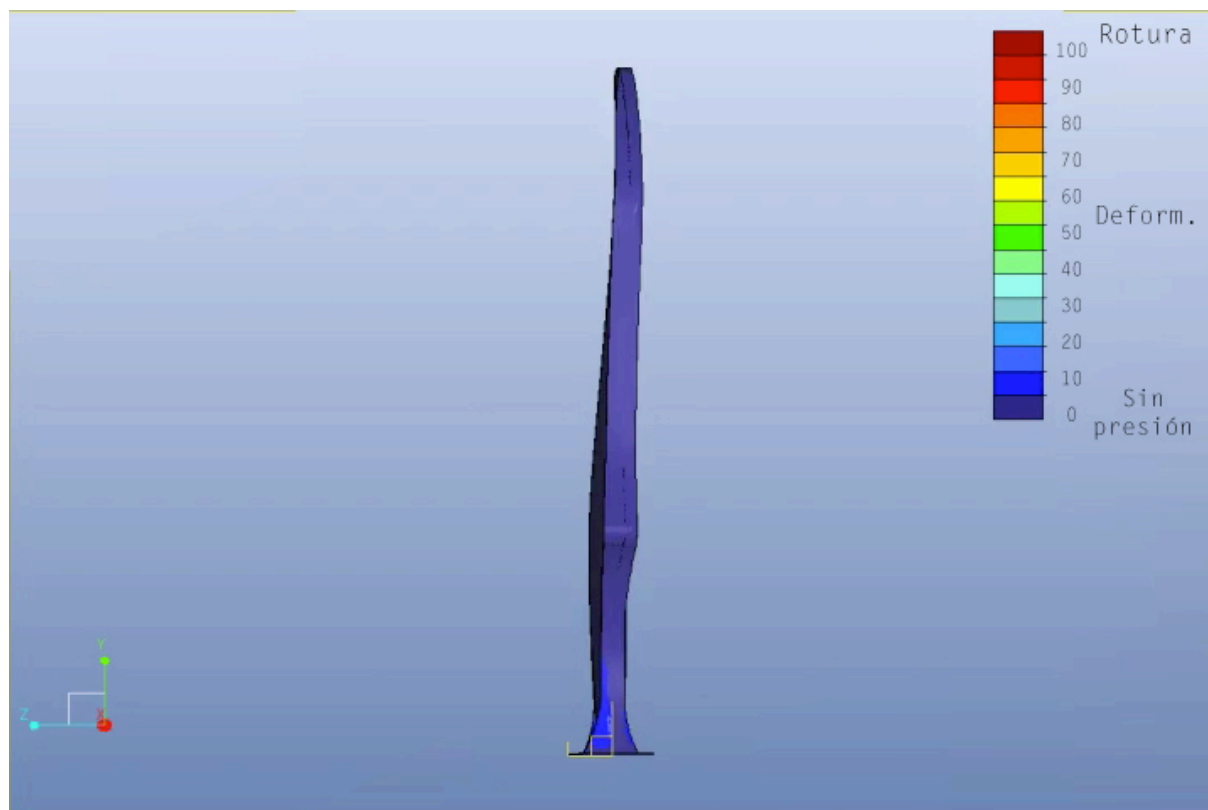
Fotografia 37 : Punt de vista nº3, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



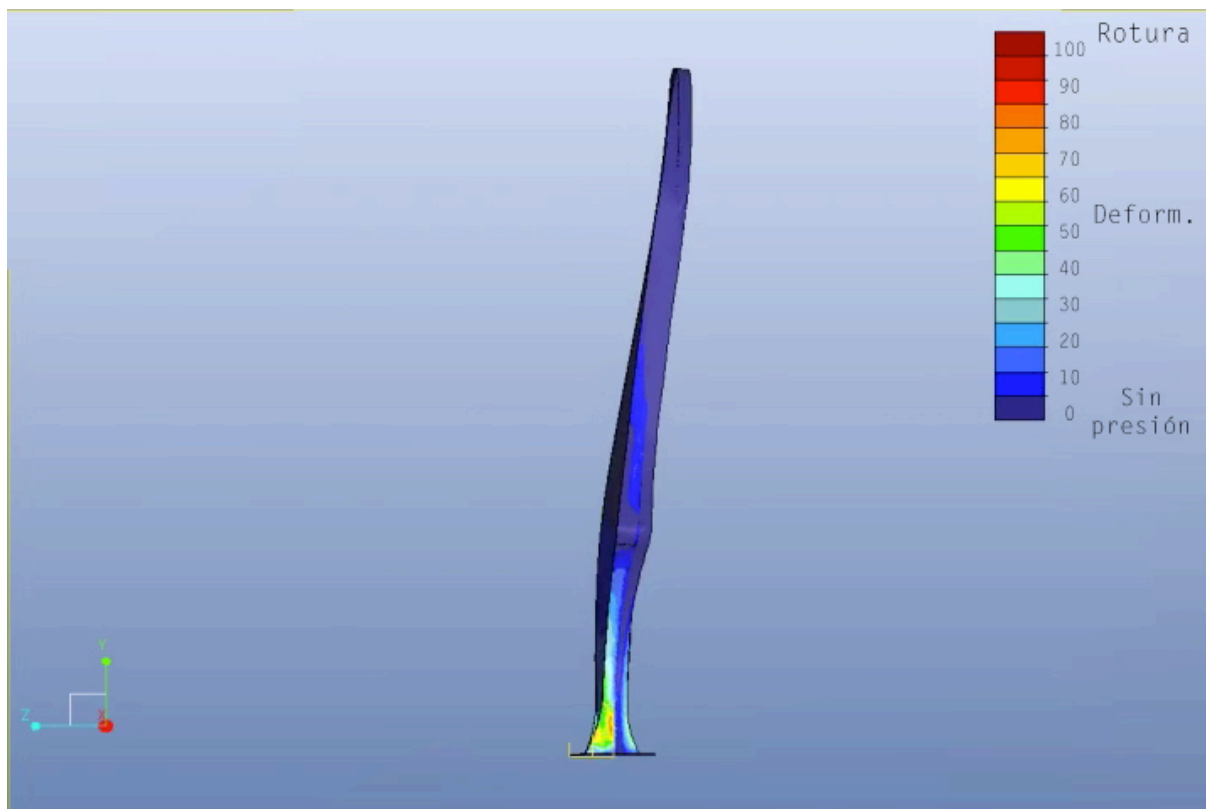
Fotografia 38 : Punt de vista nº4, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



Fotografia 39 : Punt de vista nº4, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



Fotografia 40 : Punt de vista nº5, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.



Fotografia 41 : Punt de vista nº5, afecció a condicions extremes. Llegenda amb % de pressió.

Ajustada l'escala i tal com s'ha configurat, les fotografies mostren l'estàtua actuant davant la seva pressió del vent. La llegenda i els colors que adopta l'estàtua, mostren els punts crítics on actua aquesta pressió. El color blau identifica l'estàtua sense cap mena de pressió o flexió, el ventall de color des del blau cel fins el taronja identifiquen la franja de possible deformacions en l'estructura (sense arribar a superar el límit elàstic) i els marró fort-negre identifiquen les zones en les que hi podria succeir una ruptura.

En cap dels moments apareix el color negre o marró per el que podem suposar que en cas de que la suposició de les condicions meteorològiques fossin les esmentades, la estàtua tindria una deformació, però en cap moment una ruptura.

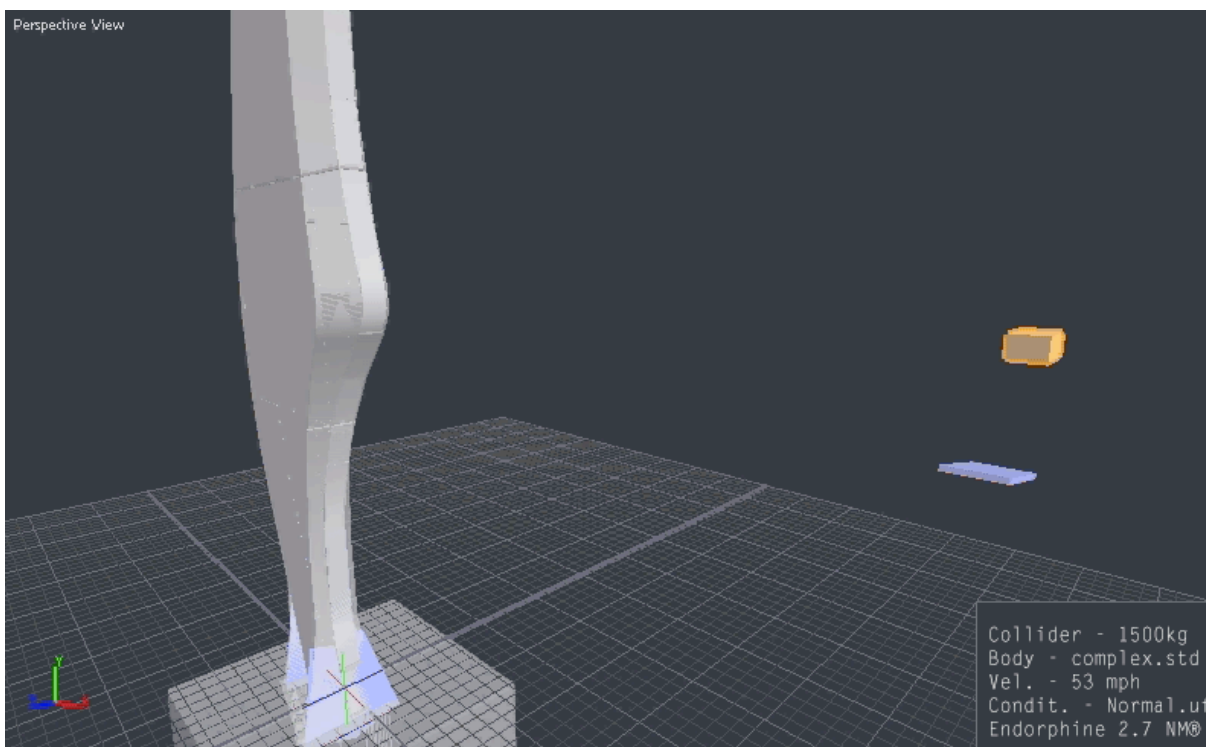
(Hi ha disponible la animació en vídeo del càlcul de les flexions en l'annex 3.4)

2.4.8 – Càlcul resistència a xocs.

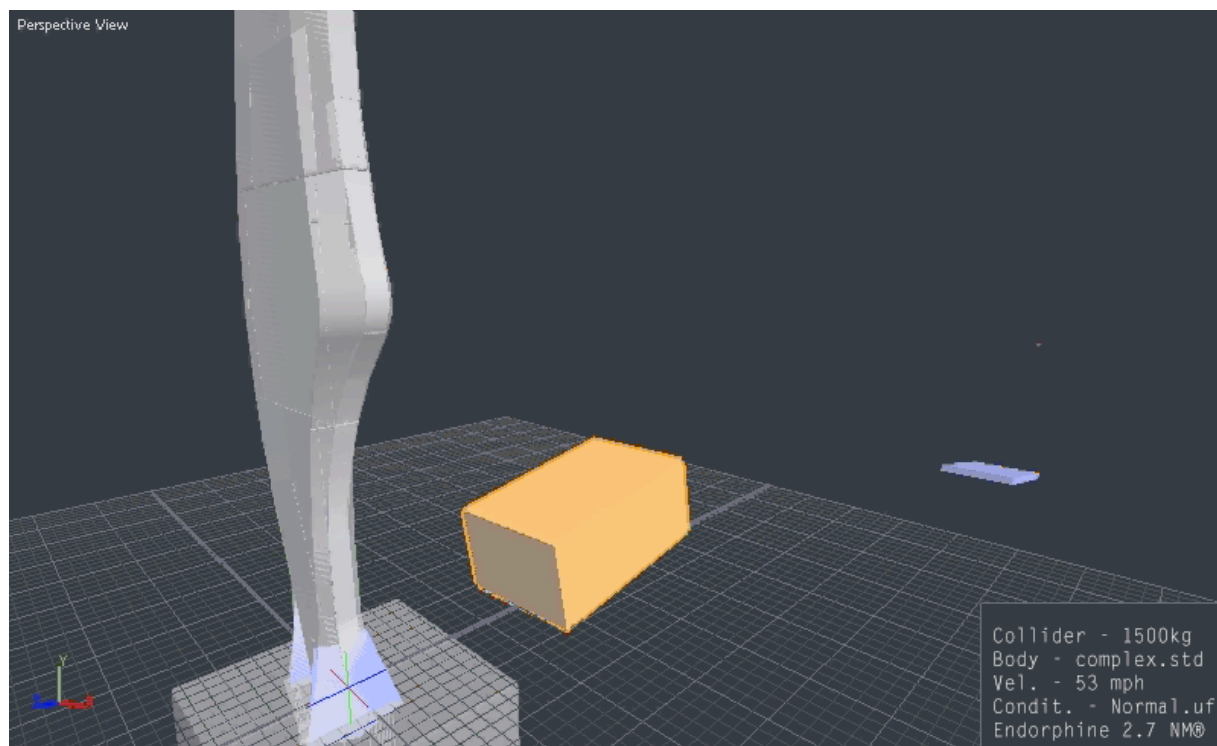
Per el càlcul de xocs no podem utilitzar els càlculs convencionals amb formula, ja que el cos de l'estàtua es molt complex, per això s'ha utilitzat software especialitzat en col·lisions i afeccions en estructures. S'ha carregat el disseny obtingut en CAD en l'escenari i s'ha creat una *constrain* (fixació) amb l'estàtua al terra de 15 tn, sent el 75% el pes dels ciments que la subjectaran. Els límits de simulació s'han col·locat en xifres bastant reals en funció del límit de velocitat de la zona i el tipus de vehicles que transita la zona. S'ha plantejat una dues hipòtesis de col·lisió frontal i s'ha renderitzat el resultat obtinguts.

- Hipòtesis 1

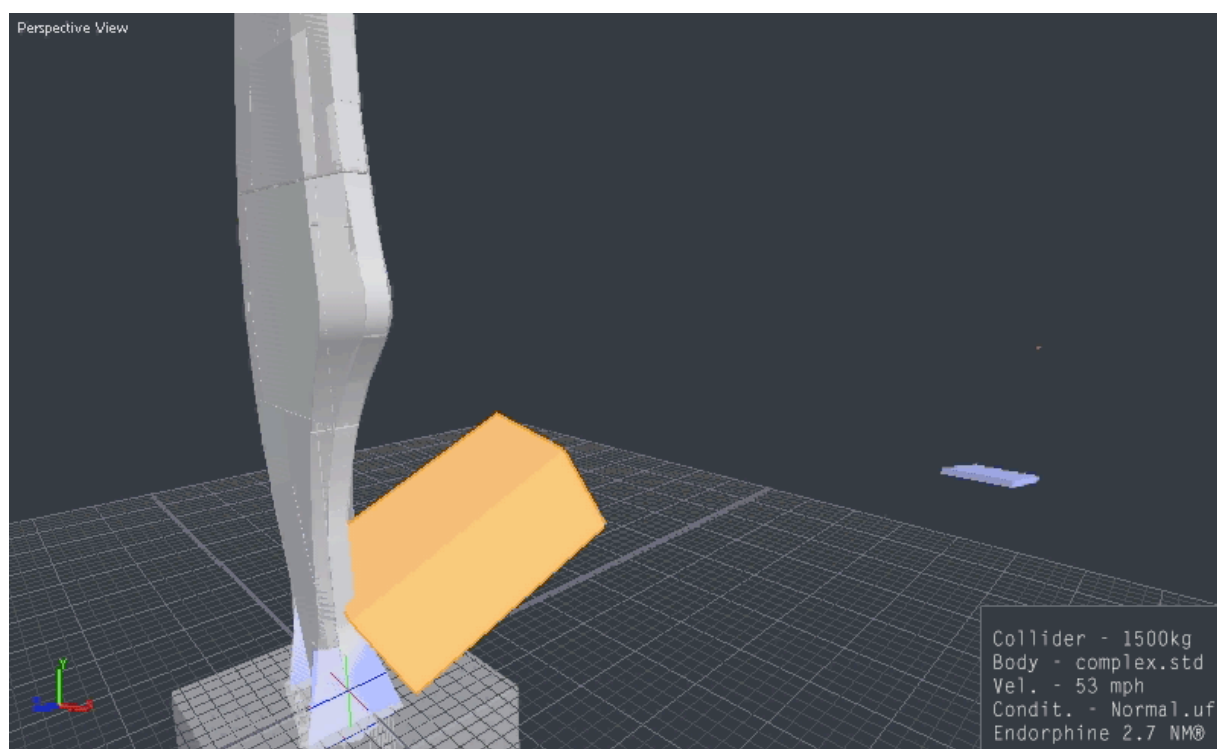
- Xoc frontal amb cos complex (model físicament semblant al d'un vehicle).
- Velocitat de 85km/h
- Pes del cos de 1500kg



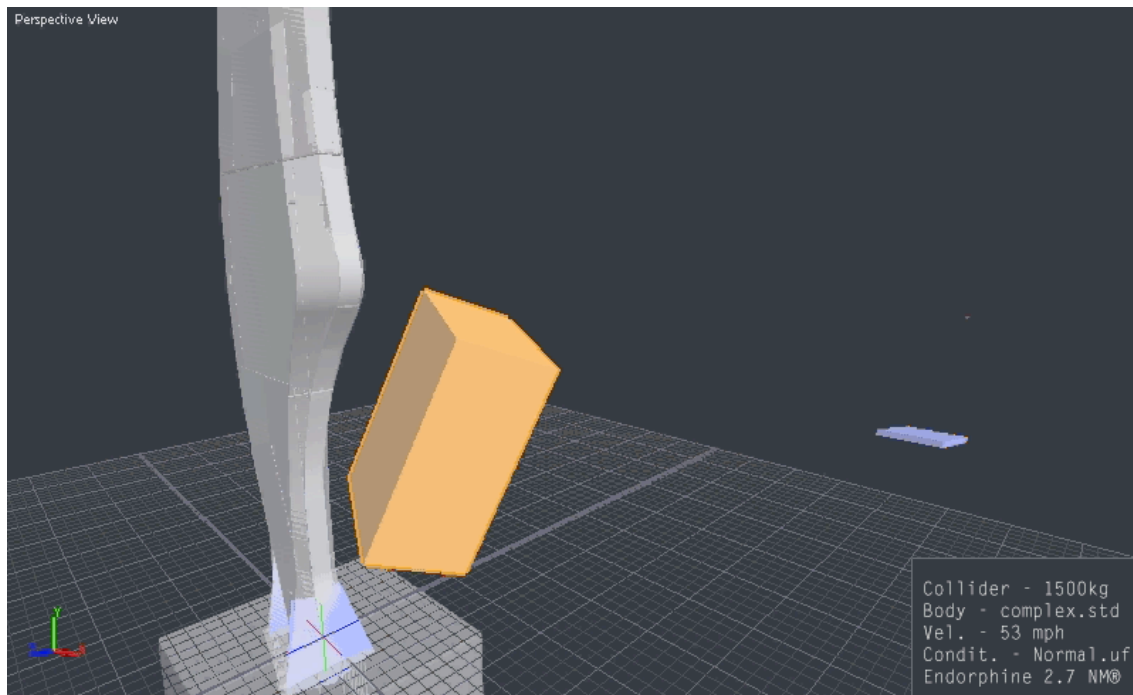
Fotografia 42 : Simulació de xoc. Hipòtesi nº1. Software: Endorphine 2.7



Fotografia 43 : Simulació de xoc. Hipòtesi nº1. Software: Endorphine 2.7



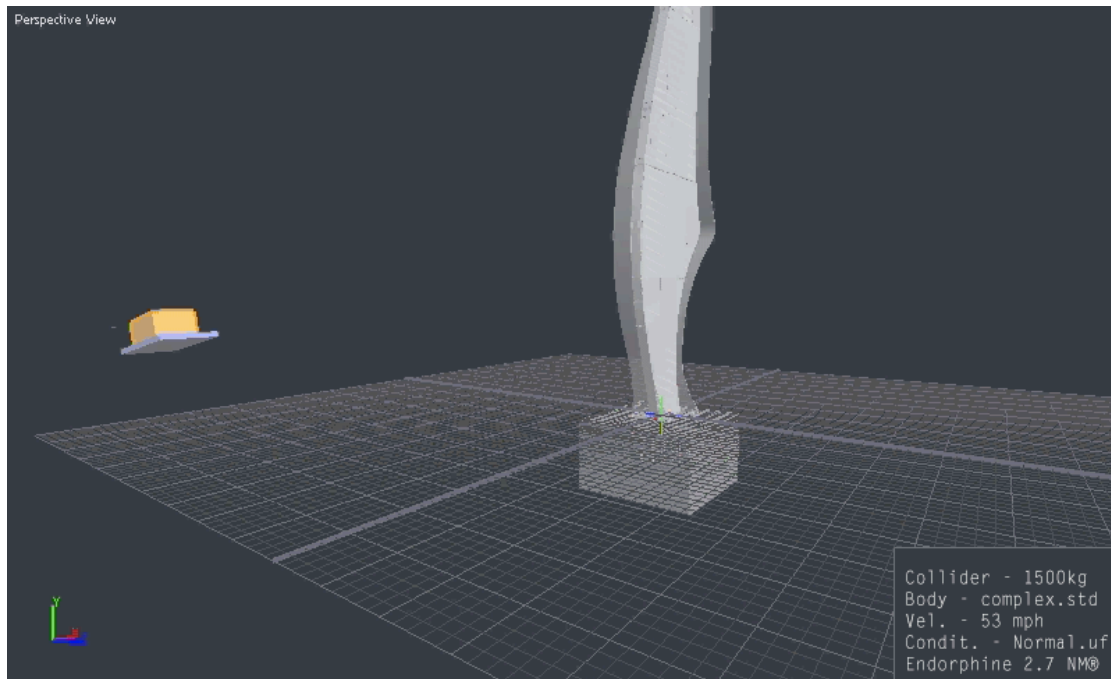
Fotografia 44 : Simulació de xoc. Hipòtesi nº1. Software: Endorphine 2.7



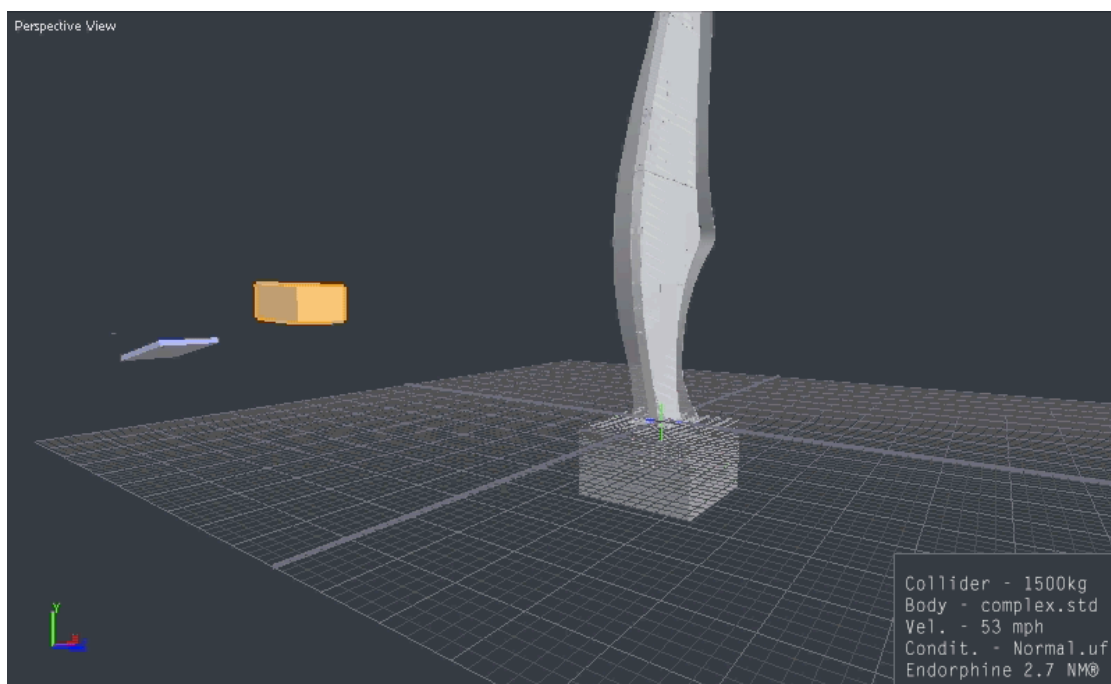
Fotografia 45 : Simulació de xoc. Hipòtesi nº1. Software: Endorphine 2.7

Observant el comportament de l'estàtua i observant que les dades paramètriques entrades siguin correctes, s'observa que les afeccions estructurals a l'obra davant d'una situació com la plantejada a la hipòtesi, serien mínimes.

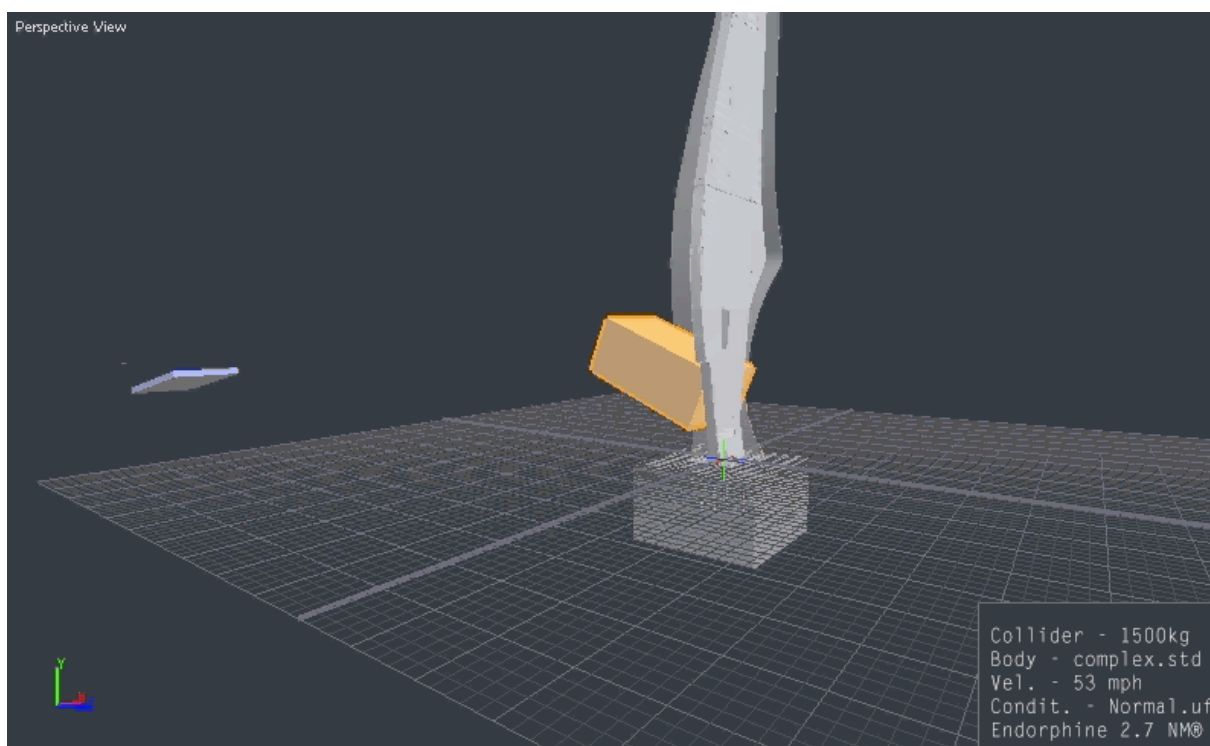
- Hipòtesis 2
 - Xoc frontal en picat amb rampa d'inclinació 30° (model físicament semblant al d'un vehicle)
 - Velocitat de 85km/h
 - Pes del cos de 1500kg



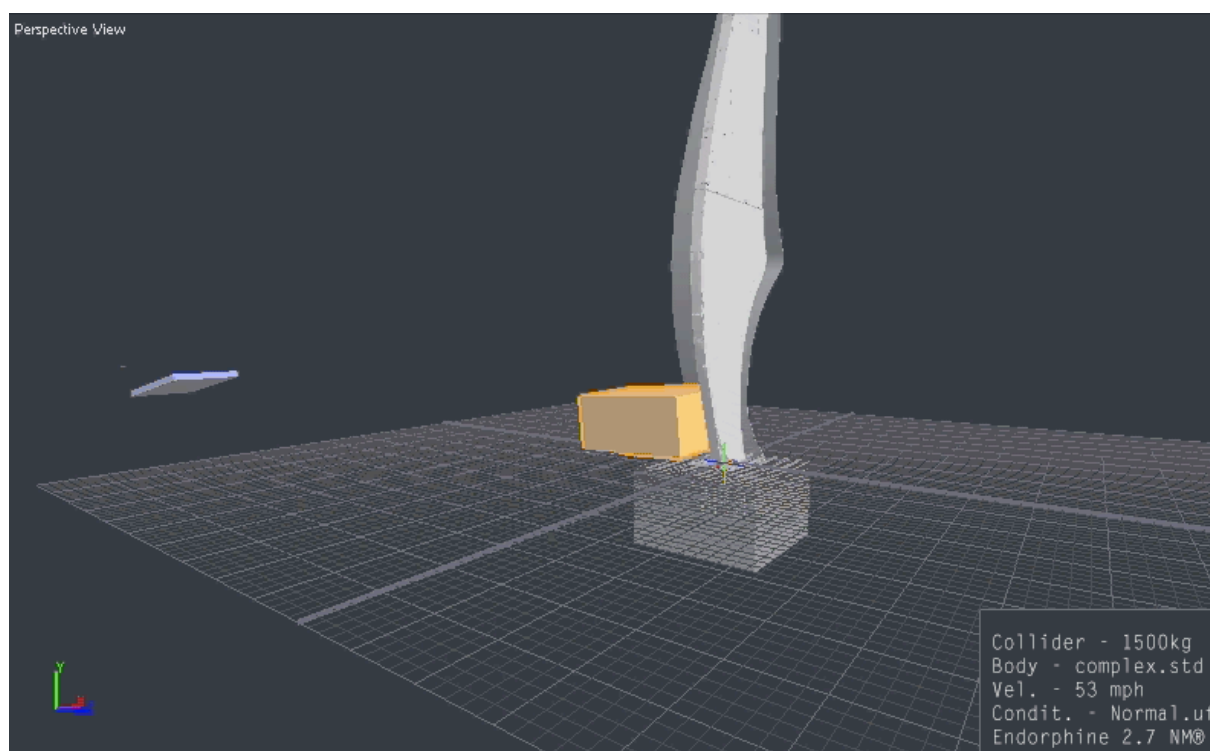
Fotografia 46 : Simulació de xoc. Hipòtesi nº1. Software: Endorphine 2.7



Fotografia 47 : Simulació de xoc. Hipòtesi nº1. Software: Endorphine 2.7



Fotografia 48 : Simulació de xoc. Hipòtesi nº1. Software: Endorphine 2.7



Fotografia 49 : Simulació de xoc. Hipòtesi nº1. Software: Endorphine 2.7

En aquesta segona hipòtesi, tampoc s'observen canvis estructurals en l'obra rere el xoc en picat. Rere l'impacte l'estàtua es trontolla tot i no arribar a tenir afeccions greus en l'estructura. Podem concloure que l'estructura també resistiria un impacte d'aquestes característiques.

(Hi ha disponible la animació en vídeo dels xocs de les flexions en l'annex 3.4)

2.5 - Resum pressupost

El pressupost del projecte cobrirà primerament la fabricació de la pròpia estàtua a les instal·lacions d'oliva torres, el transport fins el proper procés d'acabat, l'acabat a instal·lacions de Pinturas Cordovés i el transport fins al dipòsit municipal de l'Ajuntament de Manresa, on es donarà el projecte per finalitzat. Aleshores pesarà a disposició de l'ajuntament que es farà càrrec de la seva implantació.

2.5.1 - Fabricació.

En la fabricació Oliva Torras inclou detalladament els costos de materials i processos, així com les quantitats en xapes del material i el temps de cada operació en hores. (*Veure annex 3.1.3.1*)

Resum pressupost Fabricació

Fabricació L.Oliva Torras	Descripció	Preu
	Cost Material	2.030,49 €
	Cost Operacions	7.808,48 €
	Cost Mà d'obra Exterior	1.716,50€
	Accessoris	15,41 €
	Varis	90,00 €
	TOTAL	11.660,88 €

Les condicions generals del pressupost per part de L.Oliva Torras son que es tracta d'un pressupost totalment tancat (*per mes detalls sobre les condicions, veure Annex 3.1.1 - Plec de condicions*)

D'altra banda es fan càrrec de la comprovació de qualitat del producte mitjançant la seves pautes de control i qualitat habituals de l'empresa.

2.5.2 - Transport

En termes de transport, l'empresa ocupada és Transportes Marquez. El concepte conté tres serveis, el transport des de L.Oliva Torras fins a Pintures Cordobés, un des de Pintura Cordebés al dipòsit municipal i l'altre des del dipòsit municipal fins al lloc per a la col·locació. (Veure annex 3.1.3.2)

Transport Marquez	Descripció	Preu
	Transport 3tn Tipus 2	420 €
	TOTAL	420 €

En les condicions generals del transport s'apliquen les condicions bàsiques de l'asseguradora de l'empresa logística. Aquest inclou una compensació econòmica en qualsevol desperfecte ocasionat en la carga, així com per incompliment de temps d'entrega dins dels marges establerts. El segell en la copia original de la factura corrobora l'aplicació de les clàusules esmentades. (per mes detalls sobre les condicions, veure Annex 3.1.1 - Plec de condicions)

2.5.3 - Acabat

En el pressupost (Veure annex 3.1.3.3) es pot veure en l'apartat de "Acabat" el detall dels materials utilitzat així com les seves quantitats i les hores de treball implicades.

Acabat Pinturas	Descripció	Preu
	Cost Material	490 €
	Cost Operacions	1.015 €
	TOTAL	1.505€

Les condicions generals del pressupost per part de Pinturas Cordovés son de pressupost tancat rere confirmació.

Pintures Cordovés pesarà el seu control de qualitat així com certificar que no hi haurà cap mena de desperfecte en l'acabat en condicions normals meteorològiques. *(per mes detalls sobre les condicions, veure Annex 3.1.1 - Plec de condicions)*

2.5.4 – Implantació

L'equip d'obres de l'ajuntament de Manresa s'encarregarà d'aquesta operació. Inclou el moviment de terres, la cimentació i la col·locació del monument *(Veure annex 3.1.3.2)*. El pressupost és de:

Implantació	Descripció	Preu
	Cost de la implantació	2.035,34 €
	TOTAL	2.035,34 €

2.5.5 – Cost final

El cost final de l'estàtua contempla els costos anteriorment descrits, sotmesos sempre a les condicions generals i específiques de cada operació *(per mes detalls sobre les condicions, veure Annex 3.1.1 - Plec de condicions)*

Totalitat del projecte	Descripció	Preu
	Cost Fabricació	11.660,88 €
	Cost Transports	420€
	Cost Acabats	1.505€
	Cost Implantació	2.035,34 €
	TOTAL	15.621,22€

2.6 – Conclusions

2.6.2 Conclusions del projecte

L'obra ha complert tots els requisits que demanava tan l'artista, com client com les limitacions de fabricació, alhora que compleix amb totes les normes i referències.

No ha aparegut cap problema o contradicció en cap sentit durant el projecte. Tan el client com l'artista ha realitzat verificacions de l'obra durant el transcurs de la fabricació i previsió d'aquesta, fent així possible garantir la bona recepció i acceptació al final del projecte.

A data d'entrega d'aquest document, l'estàtua es troba al dipòsit municipal de l'Ajuntament de Manresa a l'espera de ser implantada aquest mateix any 2013.

2.6.2 Conclusions personals

La realització d'aquest projecte m'ha ajudat a aprendre molt sobre aspectes que creia immediats o de fàcil fer.

He pogut fer el seguiment total de un projecte que s'ha començat desenvolupant sobre paper amb llapis i ha acabat aixecant-se mes de 12 metres.

He estat en contacte amb l'artista i he après que per el que una persona por ser un simple esbós d'una cosa a fabricar per una altre pot ser una obra culminant i amb molta il·lusió.

He sentit la pressió de un client que volia un projecte assequible, un artista que volia un projecte a la versemblança amb la seva idea i un temps que era limitat. Això m'ha ajudat a posar fil a la agulla en moltes ocasions i buscar alternatives ràpides per a solucionar-ho.

Finalment he de dir que he sentit la responsabilitat de molts factors que en el moment que se'm va adjudicar el projecte no tenia en tenia coneixement. Una responsabilitat que va des de poder cometre un error en la projecció CAD, generant així algun problema d'estocs o de seguretat, fins al simple fet de fer estar segur de poder treure la obra de les immediacions on es fabricava.

Tot i no ser el responsable legal del projecte, sentir aquesta pressió m'ha fet valorar molt el treball pel que realment es formen els enginyers.

Gràcies a una planificació amb compliment exacte, unes eines adequades i una formació correcte, **el projecte s'ha dut a terme satisfactòriament.**



2.7 - Glossari de material visual de la memòria

<i>Figura 1</i>	-----	<i>pàg.40</i>
<i>Figura 2</i>	-----	<i>pàg.41</i>
<i>Figura 3</i>	-----	<i>pàg.42</i>
<i>Figura 4</i>	-----	<i>pàg.43</i>
<i>Figura 5</i>	-----	<i>pàg.54</i>
<i>Figura 6</i>	-----	<i>pàg.56</i>
<i>Figura 7</i>	-----	<i>pàg.59</i>
<i>Figura 8</i>	-----	<i>pàg.60</i>
<i>Figura 9</i>	-----	<i>pàg.62</i>
<i>Figura 10</i>	-----	<i>pàg.63</i>
<i>Fotografia 1</i>	-----	<i>pàg. 8</i>
<i>Fotografia 2</i>	-----	<i>pàg. 9</i>
<i>Fotografia 3</i>	-----	<i>pàg. 9</i>
<i>Fotografia 4</i>	-----	<i>pàg.10</i>
<i>Fotografia 5</i>	-----	<i>pàg.11</i>
<i>Fotografia 6</i>	-----	<i>pàg.12</i>
<i>Fotografia 7</i>	-----	<i>pàg.13</i>
<i>Fotografia 8</i>	-----	<i>pàg.14</i>
<i>Fotografia 9</i>	-----	<i>pàg.15</i>
<i>Fotografia 10</i>	-----	<i>-pàg.16</i>
<i>Fotografia 11</i>	-----	<i>-pàg.17</i>
<i>Fotografia 12</i>	-----	<i>-pàg.18</i>

<i>Fotografia 13</i>	<i>-pàg.19</i>
<i>Fotografia 14</i>	<i>-pàg.20</i>
<i>Fotografia 15</i>	<i>-pàg.21</i>
<i>Fotografia 16</i>	<i>-pàg.22</i>
<i>Fotografia 17</i>	<i>-pàg.23</i>
<i>Fotografia 18</i>	<i>-pàg.24</i>
<i>Fotografia 19</i>	<i>-pàg.25</i>
<i>Fotografia 20</i>	<i>-pàg.26</i>
<i>Fotografia 21</i>	<i>-pàg.27</i>
<i>Fotografia 22</i>	<i>-pàg.29</i>
<i>Fotografia 23</i>	<i>-pàg.30</i>
<i>Fotografia 24</i>	<i>-pàg.30</i>
<i>Fotografia 25</i>	<i>-pàg.31</i>
<i>Fotografia 26</i>	<i>-pàg.31</i>
<i>Fotografia 27</i>	<i>-pàg.53</i>
<i>Fotografia 28</i>	<i>-pàg.64</i>
<i>Fotografia 29</i>	<i>-pàg.65</i>
<i>Fotografia 30</i>	<i>-pàg.65</i>
<i>Fotografia 31</i>	<i>-pàg.66</i>
<i>Fotografia 32</i>	<i>-pàg.66</i>
<i>Fotografia 33</i>	<i>-pàg.67</i>
<i>Fotografia 34</i>	<i>-pàg.67</i>
<i>Fotografia 35</i>	<i>-pàg.68</i>
<i>Fotografia 36</i>	<i>-pàg.68</i>

<i>Fotografia 37</i>	<i>-pàg.69</i>
<i>Fotografia 38</i>	<i>-pàg.69</i>
<i>Fotografia 39</i>	<i>-pàg.70</i>
<i>Fotografia 40</i>	<i>-pàg.70</i>
<i>Fotografia 41</i>	<i>-pàg.71</i>
<i>Fotografia 42</i>	<i>-pàg.72</i>
<i>Fotografia 43</i>	<i>-pàg.73</i>
<i>Fotografia 44</i>	<i>-pàg.73</i>
<i>Fotografia 45</i>	<i>-pàg.74</i>
<i>Fotografia 46</i>	<i>-pàg.75</i>
<i>Fotografia 47</i>	<i>-pàg.75</i>
<i>Fotografia 48</i>	<i>-pàg.76</i>
<i>Fotografia 49</i>	<i>-pàg.76</i>
<i>Mapa ubicació 1</i>	<i>pàg. 7</i>
<i>Mapa ubicació 2</i>	<i>pàg. 8</i>
<i>Mapa de localització 1</i>	<i>pàg.10</i>
<i>Mapa de localització 2</i>	<i>pàg.11</i>
<i>Mapa de localització 3</i>	<i>pàg.12</i>
<i>Mapa de localització 4</i>	<i>pàg.13</i>
<i>Mapa de localització 5</i>	<i>pàg.14</i>
<i>Mapa de localització 6</i>	<i>pàg.15</i>
<i>Mapa de localització 7</i>	<i>pàg.16</i>
<i>Mapa de localització 8</i>	<i>pàg.17</i>
<i>Mapa de localització 9</i>	<i>pàg.18</i>

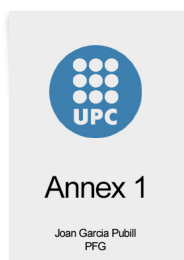
<i>Mapa de localització 10</i>	<i>pàg.19</i>
<i>Mapa de localització 11</i>	<i>pàg.20</i>
<i>Mapa de localització 12</i>	<i>pàg.21</i>
<i>Mapa de localització 13</i>	<i>pàg.22</i>
<i>Mapa de localització 14</i>	<i>pàg.23</i>
<i>Mapa de localització 15</i>	<i>pàg.24</i>
<i>Mapa de localització 16</i>	<i>pàg.25</i>
<i>Mapa de localització 17</i>	<i>pàg.26</i>
<i>Mapa de localització 18</i>	<i>pàg.27</i>
<i>Mapa de localització 19</i>	<i>pàg.28</i>
<i>Taula 1</i>	<i>pàg.53</i>
<i>Taula 2</i>	<i>pàg.54</i>
<i>Taula 3</i>	<i>pàg.56</i>
<i>Taula 4</i>	<i>pàg.57</i>
<i>Taula 5</i>	<i>pàg.61</i>

2.8 – Relació de Documents

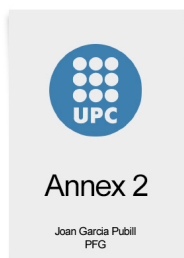
El projecte està dividit amb la següent estructura:



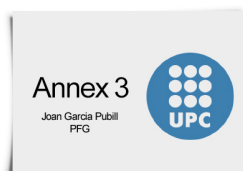
- Inclou:
 - o Memòria del Projecte
 - o Càlculs del Projecte



- Inclou:
 - o Plec de Condicions
 - o Estat D'amidaments
 - o Pressupostos



- Inclou:
 - o Plànols



- Inclou:
 - o Reportatge de "*La Fabricació de l'ala*"



Annex 4

- Inclou:
 - o Captures en vídeo dels càlculs amb elements finits
 - o Captures en vídeo des les simulacions de xocs
 - o Imatges a alta resolució dels renderitzats
 - o Tràiler "Escultura Ala 2013"



Annex 5

- Reproducció a escala 1:600 del primer esbós de la forma de l'estàtua. Realitzada en plàstic ABS mitjançant impressió 3D.

2.10 – Llistat de software emprat

En aquest apartat es llista el software emprat en el desenvolupament del projecte, així com les versions i descripció del mateix.

- Microsoft Office 2013® – Microsoft®



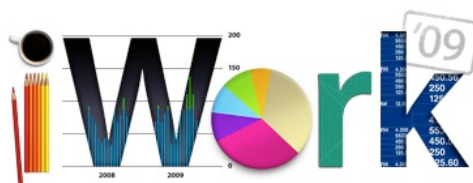
- Microsoft Word®

- S'ha utilitzat per a la creació de documents escrits.

- Microsoft Excel®

- Utilitzat per el tractament de dades com pressupostos i amidaments de materials

- Apple iWork 2009® - Apple®



- Apple Keynote®

- Realització de presentacions i efectes de vídeo

- Apple iMovie®

- Utilitzar per a la edició de vídeo

- WinEva 7® - UPC®



- Utilitzat per al càlcul de l'estructura i dimensionament de les forces

- PTC Creo® – PTC®



- ProEngineer

- Programa CAD utilitzat per el dibuix de l'obra

- ProMechanica

- Programa CAD per l'estudi d'elements finits i l'aplicació de forces sobre cossos



- AutoCAD 2011® - Autodesk®

- Utilitzat per el estudi d'inèrcia en seccions de l'estatua.



- Endorphin 2.7 Learner Edition® - NaturalMotion®

- Programa dedicat al estudi de xocs amb cossos provinents del dibuix CAD



- Kerkythea®

- Utilitzat per aconseguir imatges renderitzades de l'estàtua.



- Adobe Creative Suite 6® - Adobe®

- Adobe Photoshop CS6®
 - Programa utilitzat per al tractament d'imatges
- Adobe Illustrator CS6®
 - Utilitzat per realitzar la primera forma vectorial de l'obra

Tot el software emprat ha estat adquirit legalment. S'han utilitzat llicències tan de pagament com edicions per estudiants.

2.10 – Bibliografia

Llibres:

- LOPEZ CASILLAS, ARCADIO, Maquinas calculos de taller . Ediciones Maquinas. Madrid, 14 de desembre del 2006.
- STEVEN G. SMITH, Pro/ENGINEER Sheetmetal Design: Release 20. Ediciones CADQUEST. Utah 1 de febrer del 1999.

Material Web

- MEVILO,S. Monuments públics de Manresa, Consultat 04-08-2013
<http://modernistespuntcom.blogspot.com.es/>
- MINISTERIO DE FOMENTO, Codigo Tecnico de la Edificación, Consultat 12-08-2013
http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/DB_SE-AE_abril_2009.pdf
- INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA, Vissir3, Consultat 20-08-2013
<http://www.icc.cat/vissir3/>
- INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA, Bedec, Consultat el 28-08-2013, <http://www.itec.cat/nouBedec.c/bedec.aspx>
- AJUNTAMENT DE MANRESA – Pla general d'ordenació de Manresa, Consultat el 23 -08-2013,
http://www.ajmanresa.cat/web/contingut.php?id_menu=635&parent=632&area=4